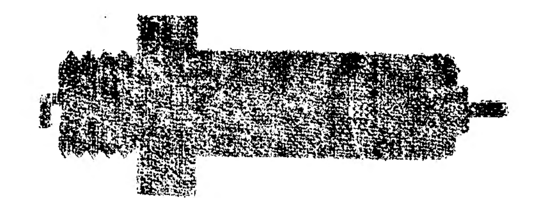
Электрооборудование



автомобилей, тракторов и комбайнов

В. Л. СТРОКОВ, Б. И. КАЗАЧЕНКО

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ, ТРАКТОРОВ И КОМБАЙНОВ



Нижне-Волжское
книжное издательство
Волгоград
1968

С83 **В. Л. Строков, Б. И. Казаченко.**

Электрооборудование автомобилей, тракторов и комбайнов. (Пособие для механизаторов). Волгоград. Н.-Волж. кн. изд., 1968.

Предлагаемая книга представляет собой пособие для механизаторов, в котором отражены основные приемы проверки, регулировки и эксплуатации приборов электрооборудования и даны ответы на вопросы, связанные с конструкцией и принципом их действия.

Главы I—IV написаны В. Л. Строковым, главы V—X — Б. И. Казаченко.

4—2—2 631.302+631.303

Глава

ПЕРВАЯ

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

§ 1. Основные электрические величины

Электрический ток — направленное движение свободных электронов. Обозначается буквой I, измеряется в амперах. Прибор для измерения электрического тока — амперметр. При измерении тока амперметр включается в цепь последовательно. При зарядке и разрядке аккумуляторов направление электрического тока изменяется. Амперметры в подобных случаях должны иметь ноль посередине шкалы.

Электрический ток, направление которого не изменяется периодически, называется постоянным. Переменный — периодически изменяется по величине и направлению.

Электрическое напряжение — отношение работы, совершаемой заряженной частицей и перемещаемой силами электрического поля из одной его точки в другую, к величине заряда этой частицы. Измеряется напряжение в вольтах. Прибор для измерения напряжения — вольтметр подключается в цепь параллельно участку цепи, на котором необходимо измерять падение напряжения. Обозначается напряжение буквой U.

Пример: для измерения падения напряжения в лампочке фары подключаем один зажим вольтметра к зажиму лампы, а другой — к массе машины.

Электродвижущая сила — эдс равна напряжению на зажимах источника электрической энергии при отключенных потребителях, т. е. при отсутствии тока. *Эдс* измеряется в вольтах. Для измерения *эдс* аккуму-

лятора нужно отключить потребители тока и подключить вольтметр к его клеммам.

Электрическое сопротивление — величина, характеризующая сопротивляемость электрической цепи прохождению электрического тока. Эта величина выражается в омах и обозначается буквой R.

При прохождении постоянного тока оно называется *омическим сопротивлением* и зависит от размеров и материала проводника. Последнее характеризуется удельным сопротивлением ρ, представляющим собой сопротивление проводника сечением в один мм² и длиной в один метр. Зная удельное сопротивление провода и его размеры, можно определить его сопротивление.

$$R = \frac{\rho l}{S},$$

где l — длина проводника в м;

S — сечение проводника в мм².

Величина, обратная сопротивлению, называется проводимостью. С увеличением сопротивления проводимость уменьшается. Проводимость диэлектрика близка к нулю.

Удельные сопротивления некоторых часто встречающихся металлов имеют следующие значения при температуре 20°С: алюминий — 0,028; константан — 0,49; манганин — 0,42; медь — 0,0175; никелин — 0,44; нихром — 1,1; серебро — 0,016; сталь — 0,1. С изменением температуры эти значения изменяются. Это изменение характеризуется температурным коэффициентом ТКС, который показывает, на какую долю увеличивается удельное сопротивление данного материала при повышении температуры на 1°С. Для указанных выше материалов этот коэффициент соответственно равен: алюминий — $40 \cdot 10^{-4}$; константан — $0{,}04 \cdot 10^{-4}$; манганин — $0{,}08 \cdot 10^{-4}$; медь — $40 \cdot 10^{-4}$; никелин — $0{,}2 \cdot 10^{-4}$; нихром — $1{,}5 \cdot 10^{-4}$; серебро — $36 \cdot 10^{-4}$; сталь — $60 \cdot 10^{-4}$.

Приведенные данные дают возможность усмотреть следующие важные свойства в металлах: константан очень мало изменяет свое сопротивление с изменением температуры, а сталь наоборот. Это дало возможность

использовать стальную проволоку как вариатор для катушки зажигания, а константовую проволоку — как компенсатор изменяющегося сопротивления медной проволоки обмотки возбуждения регулятора напряжения (сопротивление температурной компенсации).

Пример. Сгорел вариатор. Имеется в наличии стальная проволока сечением 0,025 мм². Определить длину проволоки, потребную для изготовления вариатора, сопротивление которого 2 ома.

$$R = \frac{\rho l}{S}; \quad l = \frac{RS}{\rho}; \quad l = \frac{0{,}025 \cdot 2}{0{,}1} = 0{,}5 \text{ м}.$$

При переменном токе вводят понятие активного сопротивления, которое больше омического сопротивления ввиду неравномерного распределения тока по поперечному сечению проводника. При наличии катушек переменный ток способствует созданию индуктивного сопротивления, которое зависит от индуктивности и частоты тока. В цепи с емкостью имеется емкостное сопротивление.

Определяются эти сопротивления по формулам

$$X_L = 2\pi fL \text{ ом}; \; X_C = \frac{1}{2\pi fC} \text{ ом},$$

где X_L и X_C — индуктивное и емкостное сопротивления соответственно;

f — частота тока в *гц;*

α — индуктивность в *гн;*

$\pi = 3{,}14$ — постоянная величина;

C — емкость конденсатора в фарадах *ф.*

При определении сопротивления цепи с индуктивностью и ёмкостью эти сопротивления необходимо учитывать.

Полное сопротивление Z определяется по формуле:

$$Z = \sqrt{R^2 + x^2_L} \quad \text{или} \quad Z = \sqrt{R^2 + x^2_C}.$$

Устройство, состоящее из двух изолированных друг от друга электродов, называется конденсатором. Если к

электродам приложить напряжение, то они приобретут электрические заряды. Конденсатор предназначен для накопления определенного количества электричества.

Электрическая емкость — величина, характеризующая способность тела воспринимать электрические заряды.

Емкость C конденсатора есть величина, измеряемая отношением заряда Q на одном из электродов к разности потенциалов между ними:

$$C = \frac{Q}{U_1 - U_2},$$

где Q — величина заряда;

U_1—U_2 — разность потенциалов между электродами.

Емкость зависит от величины поверхности и формы электродов, расстояния между ними и электрической проницаемости разделяющей их среды. Материалом диэлектриков служит бумага, смола, воздух, электролит и пр. Конденсаторы бывают переменной и постоянной емкости. Измеряется емкость в фарадах *ф*, микрофарадах *мкф* и микромикрофарадах *мкмкф*. Автомобильные конденсаторы имеют емкость 0,17—0,25 *мкф*. 10^6 *мкф*= =1 *ф*.

§ 2. Законы цепей постоянного тока

Соединение сопротивлений. Сопротивления в цепях приборов электрооборудования могут соединяться последовательно, параллельно и смешанно. *При последовательном* соединении общее сопротивление всей цепи равно сумме сопротивлений ее участков.

Пример: при размыкании контактов регулятора напряжения в электрическую цепь обмотки возбуждения генератора включаются сопротивления 80, 13 и 1 *ом*. Общее сопротивление будет 94 *ом*. Если включено n равных сопротивлений R, то общее сопротивление будет nR.

При параллельном соединении сопротивлений обратная величина общего сопротивления

равна сумме обратных величин составляющих сопротивлений.

Пример. Параллельно соединены сопротивления 80 и 30 *ом.* Определить общее сопротивление.

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{80} + \frac{1}{30}; \; R_0 = 21{,}8 \; ом.$$

При смешанном соединении имеется несколько участков, на которых сопротивления включены параллельно

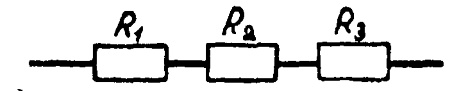


Рис. 1. Последовательное соединение сопротивлений.

и последовательно. При расчете смешанного соединения сначала определяют общее сопротивление каждого участка цепи, а затем, рассматривая эти участки как пос-

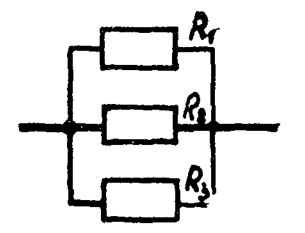


Рис. 2. Параллельное соединение сопротивлений.

ледовательно соединенные одиночные сопротивления, вычисляют общее сопротивление всей цепи.

Пример. При одновременном размыкании контактов ограничителя тока и регулятора напряжения в цепи обмотки возбуждения оказываются включенными сопротивления 80, 13 и 1 *ом.* Параллельно сопротивлениям

80 и 13 *ом* включается сопротивление 30 *ом.* Определить общее сопротивление.

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{30} + \frac{1}{80+13} = \frac{1}{30} + \frac{1}{93};$$

R_0=22,7 *ом* — сопротивления ветви с параллельно включенными сопротивлениями. Этому сопротивлению последовательно включено сопротивление в 1 *ом.* Общее

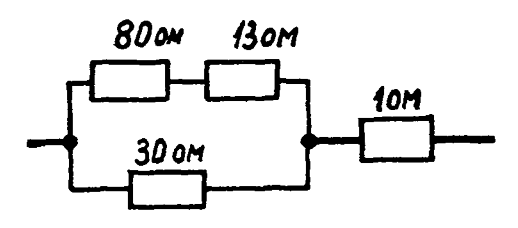


Рис. 3. Смешанное соединение сопротивлений.

сопротивление внешней цепи, включенной в цепь обмотки возбуждения генератора, составит 22,7+1=23,7 *ом.*

Первый закон Кирхгофа. В любой точке электрической цепи сумма токов, притекающих к этой точке, равна сумме токов, оттекающих от нее. Общий ток в цепи I_0 равен сумме отдельных токов в ветвях I_1 и I_2, т. е. $I_0=I_1+I_2$.

Вообще для любого разветвления $I_0=I_1+I_2+I_3+...+$ $+In$. Токи отдельных ветвей относятся между собой обратно пропорционально их сопротивлениям, т. е. если параллельно соединенные сопротивления обозначать R_1 и R_2, а токи в них соответственно I_1 и I_2, то

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R^1}.$$

Первый закон Кирхгофа — закон разветвленной цепи очень важен при подборе шунтов к измерительным приборам.

Пример. Амперметр с пределами измерения от одного *а* обладает внутренним сопротивлением $R = 0{,}006$ *ом*. Подобрать к нему шунт, который бы расширил пределы измерения до 100 *а*.

$$\frac{R_{пр}}{R_{ш}} = \frac{I_{ш}}{I_{пр}}.$$

При подключении шунта через него должен идти ток в 99 *а*. $I_{ш} = 99\,a$; $I_{пр} = 1\,a$.

$$R_{ш} = \frac{R_{пр} I_{пр}}{I_{ш}} = 0{,}000061 \text{ ом}.$$

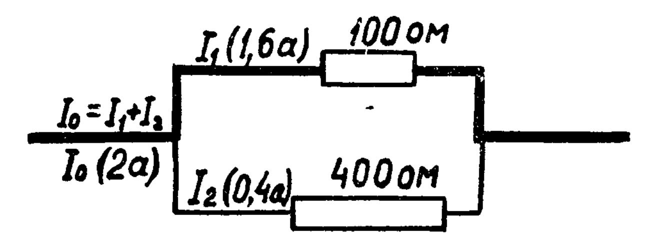


Рис. 4. Схема, поясняющая первый закон Кирхгофа.

Материал для шунта необходимо подбирать с таким расчетом, чтобы его сопротивление мало изменялось при нагревании. Таким материалом может служить константан или манганин. Если шунт подбирается для кратковременного измерения тока, то с некоторой погрешностью можно использовать и другие материалы. Например, медь, алюминий, серебро.

Для расчета необходимого сечения проводника и длины его используем соотношения, показанные в § 1 на-

стоящей главы. Пусть имеется алюминиевая проволока сечением 1 *мм*².

$$R_{ш} = \frac{\rho l}{S}; \quad l = \frac{R_{ш} S}{\rho} = 0{,}021 \text{ м} \cdot l_{шунта} = 21 \text{ мм}.$$

Для расширения пределов измерения амперметра до 100 *а* между его клеммами необходимо поставить перемычку из алюминиевой проволоки толщиной в 1 *мм*² и длиной 21 *мм*.

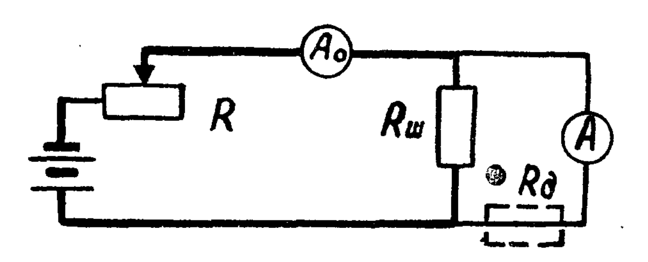


Рис. 5. Схема тарировки амперметра с помощью другого образцового.

После постановки шунта нужно произвести его проверку и необходимую подгонку. Обычно не удается точно рассчитать и изготовить шунт, чтобы сразу же получить необходимую пропорциональность между новой и прежней шкалами. С этой целью составляют цепь низкого напряжения 6—12 *в*, в которую последовательно с подгоняемым шунтом включают достаточно точный амперметр (образцовый) с такими же или несколько большими пределами измерения, чем налаживаемый, и реостат для регулирования тока.

Сначала в цепь вводится все сопротивление реостата, подключают приборы и включают напряжение. Затем плавно уменьшают сопротивление реостатом до тех пор, пока образцовый прибор не покажет значение тока, на

которое переделывается прибор. Если стрелка налаживаемого прибора уходит за пределы шкалы, то изготовленный шунт надо несколько укоротить. А если стрелка не доходит до нужного деления, то надо удлинить шунт или уменьшить его сечение, слегка сточив надфилем по возможности по всей длине.

Иногда для подгонки шунтов используются дополнительные сопротивления, схема включения которых показана на рис. 5 пунктиром.

Для возможности измерения различных токов иногда используются устройства со сменными шунтами, включение каждого из которых измеряет пределы измерения.

Второй закон Кирхгофа. Во всякой электрической цепи суммарная электродвижущая сила равна алгебраической сумме падения напряжений на отдельных участках этой цепи.

Закон Ома. Важнейшим законом электротехники является закон Ома. Для участка цепи постоянного тока он формулируется следующим образом: *падение напряжения на участке цепи прямо пропорционально сопротивлению этого участка и току.*

$$U = IR,$$

где U — напряжение в вольтах;
R — сопротивление в омах;
I — ток в амперах.

Пример. Сопротивление обмотки возбуждения регулятора напряжения 17 *ом*. Последовательно ему включено ускоряющее сопротивление 13 *ом* и выравнивающее сопротивление 1 *ом*. Генератор развивает напряжение 13,8 *в*. Определить добавочное сопротивление, которое необходимо включить последовательно в цепь обмотки возбуждения регулятора напряжения, чтобы повысить напряжение генератора до 14,6 *в*. Определить ток, проходящий через обмотку возбуждения регулятора напряжения. $13{,}8 = I\ R = I\ (15+17+1) = I \cdot 33$.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{13{,}8}{33} = 0{,}42\ a.$$

Падение напряжения на участке добавочного сопротивления равно 14,6—13,8=0,8 *в*. На основании закона Ома $U=IR$;

$$R=\frac{U}{I}=\frac{0{,}8}{0{,}42}=1{,}9\ ом.$$

Добавочное сопротивление равно 1,9 *ом*.

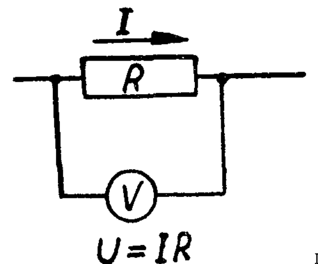


Рис. 6. Схема, поясняющая закон Ома.

Важное значение имеет формулировка закона Ома для всей цепи постоянного тока: *ток в замкнутой цепи прямо пропорционален эдс, действующей в этой цепи, и обратно пропорционален полному сопротивлению цепи.* Это может быть записано следующим образом:

$$I=\frac{E}{R_i+R_н},$$

где I — величина тока;

R_i — внутреннее сопротивление источника постоянного тока;

$R_н$ — сопротивление нагрузки.

Очевидно, что из предыдущего выражения легко можно определить E

$$E=IR_i+IR_н.$$

Поскольку $IR_н$ представляет собой падение напряжения во внешней цепи, а IR_i — падение напряжения внутри источника тока, то

$$E = U_н + U_i; \quad U_н = E - U_i.$$

Из этого выражения следует, что *напряжение во внешней цепи зависит от падения напряжения внутри источника тока.*

Пример: имеются две аккумуляторные батареи 3СТ-70 и 3СТ-98. Внутреннее сопротивление первой при температуре 25°C составляет 0,015 *ом*, а второй — 0,012 *ом*. Определить максимальное значение тока для каждой батареи, при котором падение напряжения во внешней цепи должно составлять не менее 5 вольт. $E=5+U_i$; $E=6$ вольт;

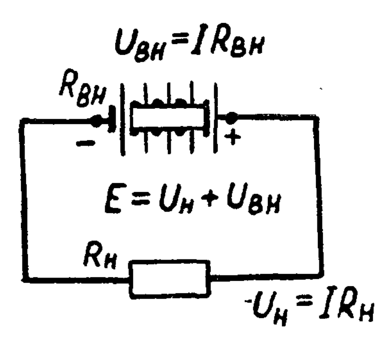


Рис. 7. Закон Ома для всей цепи.

$$I_1 = \frac{6-5}{R_i} = \frac{1}{0{,}015} = 67\ a; \qquad I_2 = \frac{1}{0{,}012} = 83\ a.$$

Из этого примера видно, что внутреннее сопротивление является одной из причин, ограничивающих максимальное значение тока разряда аккумуляторной батареи. Очевидно, если мы желаем увеличить значение разрядного тока при сохранении напряжения во внешней цепи, нужно увеличить емкость аккумуляторной ба-

тарей или соединить параллельно две или несколько аккумуляторных батарей.

Из примера видно, что падение напряжения внутри источника электрического тока имеет существенное значение лишь при больших значениях тока, потребляемого потребителем. Например, при включении стартера. При небольших значениях тока падение напряжения внутри источника будет сравнительно небольшим, поэтому напряжение на зажимах потребителя можно считать постоянным и равным *эдс* батареи.

Все потребители на автомобиле подключаются к источнику тока параллельно. *Напряжение на зажимах будет для всех потребителей одинаковым*, а сила тока будет зависеть от сопротивления прибора.

$$I_1 = \frac{U}{R_1}; \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \text{ и т. д.}$$

Так как числители во всех этих выражениях одинаковы, то токи в потребителях будут отличаться только вследствие их различных сопротивлений. По потребителю с меньшим сопротивлением протекает больший ток. По неразветвленной части цепи проходит суммарный ток, *который будет распределяться по потребителям обратно пропорционально их сопротивлениям.*

Из предыдущего параграфа настоящей главы известно, что мощность равна произведению силы тока на напряжение. Если лампочка или другой какой прибор имеет большую мощность, то это значит, что через нее проходит больший ток, а сопротивление ее меньше. Отсюда вывод: *чем меньше сопротивление потребителя, тем больше его мощность.*

Мощность, развиваемая электрическим током на участке цепи, обозначается буквой P и измеряется в ваттах, *вт*. Она вычисляется как произведение значений напряжения в вольтах и тока в амперах.

$$P = IU \text{ вт},$$

где U — напряжение в *в*;
I — ток в *а*.

§ 3. Магнетизм

Свойство некоторых тел, называемых магнитами, притягивать и удерживать частицы железа называется магнетизмом. По современному представлению магнетизм является особым проявлением движения электрических зарядов внутри атомов и молекул. Магниты можно разделить на 2 типа: естественные и искусственные. Магнит естественный — кусок магнитного железняка, обладающий свойством притягивать железные и стальные предметы.

Магнит искусственный — кусок стали, который, будучи введен в магнитное поле, приобретает магнитные свойства.

Способность ферромагнитного вещества проявлять магнитные свойства после удаления внешнего магнитного поля называется остаточным магнетизмом.

Концы магнитов называются полюсами. В технике искусственные магниты известны под названием постоянных магнитов. Постоянные магниты — это тела из ферромагнитных сплавов, способные удерживать остаточный магнетизм при отсутствии намагничивающего тока.

Постоянные магниты применяются во многих приборах и устройствах, где требуется постоянный магнитный поток: в электроизмерительных приборах, магнето, электромагнитных тахометрах и т. д.

Характеристикой постоянных магнитов является остаточная индукция — мера намагничивания, остающаяся в ферромагнитных материалах, например, в стали или чугуне, после снятия намагничивающего их магнитного поля.

Постоянные магниты изготавливаются из специальных сталей, закаленных на мартенсит, а также из магнитных сплавов на основе системы железо — никель — алюминий.

Интенсивность магнитных силовых линий характеризуется напряженностью магнитного поля, которая оценивается числом силовых линий, проходящих через пло-

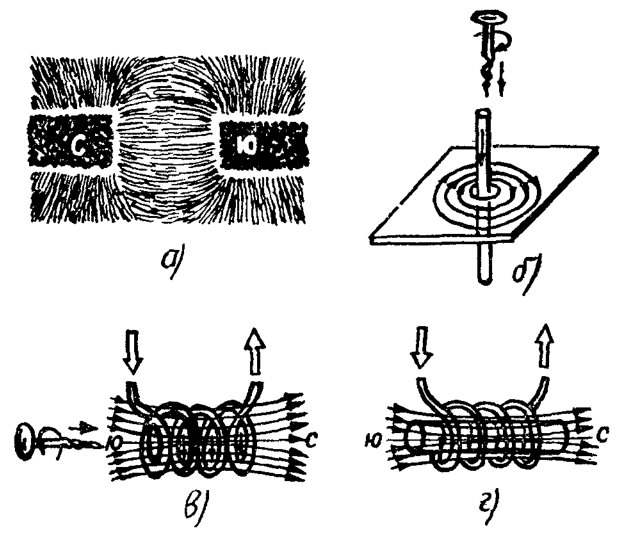


Рис. 8. Магнитные поля естественного и искусственного магнитов: а) магнитное поле постоянного магнита; б) магнитное поле вокруг прямолинейного проводника с током; в) определение направления магнитных линий в сердечнике соленоида; г) определение направления тока в обмотке соленоида.

щадку в 1 *см*². Магнитные силовые линии выходят из северного полюса и входят в южный, а внутри магнита направлены от южного полюса к северному; все силовые линии замкнуты; магнитные силовые линии никогда не пересекаются; магнитные силовые линии, имеющие одинаковое направление, отталкиваются одна от другой, а имеющие разное направление, взаимно притягиваются.

Сила притяжения магнита характеризуется магнитным потоком.

Магнитным потоком называется полное число магнитных силовых линий, проходящих через поперечное сечение магнита.

Чем больше магнитный поток, тем большей силой притяжения обладает магнит.

Магнитные силовые линии проникают почти во все тела: в одни они проникают лучше, в другие хуже. На рис. 8 показано магнитное поле между разноименными полюсами: северный N и южный S. Такое поле называется однородным или равномерным; все силовые линии этого поля расположены параллельно и густота их в каждой точке *одинакова.*

Если в это поле внести кусочки железа, то большая часть этих линий пройдет через железо. Таким образом, через железо проникает больше магнитных линий, т. е. железо обладает большей магнитной проницаемостью, чем воздух. Магнитную проницаемость воздуха принято считать равной единице. Магнитная проницаемость железа, стали, никеля намного больше единицы. Такие тела называются магнитными. Магнитная проницаемость меди, цинка и ряда других тел меньше единицы. Такие тела называются диамагнитными.

§ 4. Электромагнетизм

Магнитное поле имеет не только постоянные магниты. Оно образуется также вокруг проводника с током.

Вокруг прямолинейного проводника с током образуются магнитные силовые линии в виде окружностей (рис. 8б), общий центр которых совпадает с осью проводника.

Направление магнитных силовых линий проводника определяют с помощью правила буравчика: *если поступательное движение буравчика совпадает с направлением тока, то направление вращения рукоятки буравчика укажет направление магнитных силовых линий.* Провод-

ник, намотанный в виде катушки называется *соленоидом.* Если через соленоид пропустить ток, то вокруг соленоида образуется магнитное поле. При этом магнитные силовые линии отдельных витков сливаются и образуют вытянутые силовые линии соленоида. Направление магнитных силовых линий соленоида определяют с помощью буравчика: если совместить ось буравчика с осью соленоида и вращать буравчик по направлению тока, то поступательное движение буравчика укажет направление магнитных силовых линий.

Соленоид с сердечником из ферромагнитного материала называется электромагнитом. Внутри и снаружи сердечника образуются магнитные силовые линии того же направления, что и направление силовых линий соленоида (обмотки электромагнита). Так как сердечник обладает хорошей магнитной проницаемостью, то внутри него получается более густое магнитное поле.

Обмотка электромагнита изготавливается из изолированной медной проволоки, намотанной в несколько слоев на картонный, фибровый или деревянный каркас.

В качестве материала для сердечника применяют мягкое отожженное железо. Делается это для того, чтобы электромагнит быстро терял свои магнитные свойства при выключении тока в обмотке. Чтобы не нагревался сердечник при изменении магнитного поля, его делают не сплошным, а собирают из отдельных очень тонких пластин или проволок мягкого железа, изолированных одна от другой бумагой, лаком или окалиной.

Магнитный поток определяется полным числом магнитных силовых линий, проходящих через поперечное сечение сердечника. Величина магнитного потока электромагнита зависит от силы тока, проходящего по обмотке; числа витков обмотки; сопротивления магнитной цепи (путь, по которому замыкаются магнитные силовые линии, обычно называют магнитной цепью).

Произведение силы тока, проходящего по обмотке, на число витков обмотки называется магнитодвижущей силой. Она измеряется числом ампервитков. Например, по обмотке электромагнита, имеющего 100 витков, прохо-

дит ток силой 2 *а*. В этом случае магнитодвижущая сила равна 100·2 = 200 ампервитков.

Магнитное сопротивление зависит от длины магнитных силовых линий; площади поперечного сечения сердечника; магнитной проницаемости среды, по которой проходят силовые линии (железо, воздух).

Магнитный поток равен магнитодвижущей силе, деленной на магнитное сопротивление цепи.

Из сказанного следует, что магнитный поток можно изменять путем изменения силы тока, протекающего по обмотке электромагнита; числа витков обмотки электромагнита; магнитного сопротивления.

Для каждого электромагнита существует предел, после которого магнитный поток, а следовательно, и сила притяжения электромагнита остаются постоянными, сколько бы ни увеличивалась *сила тока* в обмотке. Такое состояние сердечника называется насыщением.

Электромагниты находят широкое практическое применение. Создание магнитного поля в генераторе осуществляется посредством электромагнита. Регулируется и контролируется работа генератора посредством реле-регулятора, принцип действия которого основан на применении электромагнита.

§ 5. Действие магнитного поля на проводник с током. Электромагнитная индукция

Из предыдущего параграфа известно, что вокруг проводника с током образуются магнитные силовые линии. Если поместить этот проводник в магнитное поле (рис. 9), то с одной стороны проводника магнитные силовые линии будут направлены в одну сторону, а с другой стороны направление магнитных силовых линий проводника и магнитного поля будет противоположным. Там, где магнитные силовые линии направлены в одну сторону, магнитный силовой поток увеличивается, а там, где магнитные силовые линии направлены в разные стороны, силовой поток уменьшается. Наличие разности

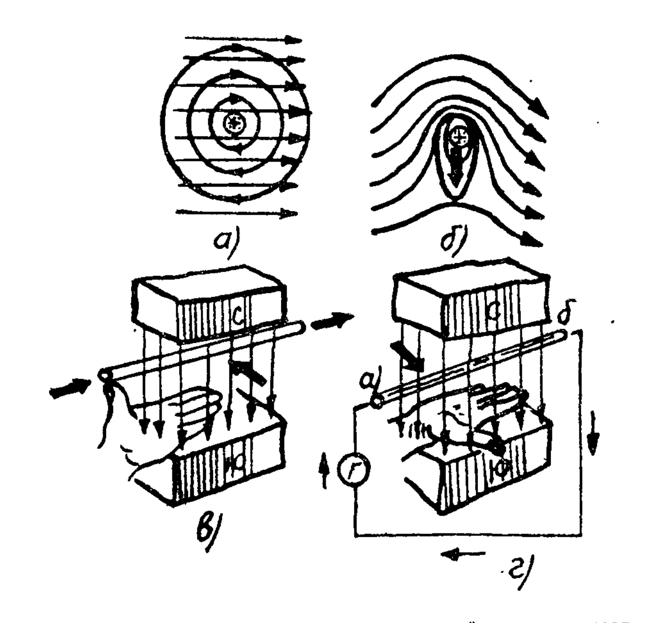


Рис. 9. Взаимодействие магнитных полей и электромагнитная индукция.

силовых потоков способствует выталкиванию проводника из магнитного поля — будет совершаться механическая энергия. Это явление используется в электрических моторах, когда нужно преобразовать электрическую энергию в механическую.

Направление движения проводника с током можно определить, если использовать правило левой руки, которое заключается в следующем: если левую руку расположить в магнитном поле так, чтобы магнитные си-

ловые линии входили в ладонь, а вытянутые четыре пальца указывали направление тока в проводнике, то отогнутый большой палец будет указывать направление проводника.

Если произвести обратное действие — пересекать магнитные силовые линии проводником, то в последнем с помощью гальванометра можно зарегистрировать наличие электродвижущей силы, создающей ток в замкнутой цепи проводника.

Этот ток будет образовывать магнитные силовые линии, которые будут причиной реакции, противодействующей перемещению проводника в магнитном поле. Эта реакция тем больше, чем больше значение тока проходит через проводник.

Описанное явление возникновения в проводнике *эдс* при пересечении этим проводником силовых линий магнитного поля носит название электромагнитной индукции и впервые было открыто и исследовано в 1831 г. английским ученым Фарадеем.

Им установлено, что электродвижущая сила, возникающая в проводнике при пересечении им магнитных силовых линий, зависит от скорости пересечения этим проводником магнитных линий и от величины магнитного силового потока.

Индуктированная *эдс* прямо пропорциональна количеству магнитных силовых линий, пересекаемых проводником в единицу времени:

$$E = BlV,$$

где V — скорость пересечения магнитных силовых линий;
l — длина проводника, находящегося в магнитном поле;
B — магнитная индукция.

Явление электромагнитной индукции лежит в основе принципа получения электрической энергии в генераторах.

Направление индуктированного в проводнике тока легко определить по правилу правой руки. Если ладонь правой руки установить так, чтобы в нее входили маг-

нитные силовые линии, а отставленный большой палец показывал направление движения проводника, то четыре вытянутых пальца покажут направление индуктированного тока.

§ 6. Взаимоиндукция и самоиндукция

Возникновение электродвижущей силы в электрической цепи при изменении тока в соседней цепи, когда обе цепи имеют магнитную связь, например, намотаны на один сердечник, называется взаимной индукцией. На рис. 10 изображена схема, демонстрирующая явление взаимной индукции.

В момент замыкания и размыкания контактов *К* гальванометр *Г* зарегиструет наличие тока. Учитывая закон Ленца (1834 г.), можно сказать, что в *явлениях взаимной индукции токов магнитное поле индуктируемого тока всегда направлено так, чтобы уменьшить изменения, происходящие в магнитном поле индуктирующего.* Здесь находит свое выражение закон сохранения энергии: при включении контактов *К* вследствие прохождения тока по цепи в сердечнике возникают магнитные силовые линии, на создание которых затрачивается электрическая энергия; при размыкании контактов магнитная энергия превращается в электрическую. Но при включении и выключении рубильника в цепи первого проводника возникающие и исчезающие магнитные силовые линии пересекают и первый проводник, т. е. проводник, по которому течет ток, создающий это магнитное поле. Вследствие этого в первом проводнике будет индуктироваться электродвижущая сила, которая в отличие от *эдс* взаимоиндукции называется электродвижущей силой самоиндукции.

Электродвижущая сила самоиндукции всегда противодействует причине, ее вызывающей, т. е. тому току, который протекает по первому проводнику (рис. 11). При увеличении этого тока *эдс* самоиндукции направлена против тока и стремится, следовательно, ослабить его;

при уменьшении *эдс* этого тока она совпадает по направлению с ним и стремится поддержать его, препятствуя исчезновению. Это явление можно наблюдать при замыкании и размыкании контактов прерывателя. В цепи прерывателя имеется катушка зажигания. При замыкании контактов в сердечнике катушки возникают маг-

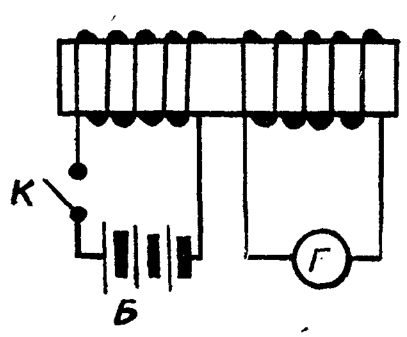


Рис. 10. Схема возникновения *эдс* взаимной индукции.

нитные силовые линии. На создание этих линий затрачивается часть энергии тока. При размыкании контактов энергия магнитных силовых линий превращается в энергию электрическую. Появляется *эдс,* которая препятствует исчезновению тока при размыкании контактов прерывателя. Это проявляется в виде искрения в контактах прерывателя.

Энергия магнитных силовых линий, накопившаяся в результате прохождения тока из первичной цепи, имеет определенное значение. Такое же значение имеет и энергия тока самоиндукции с учетом имеющихся потерь. Ток самоиндукции имеет также определенное значение, зависящее от сопротивления первичной обмотки.

Следовательно, значение величины *эдс* зависит от магнитного потока и от скорости исчезновения его, т. е. от скорости размыкания.

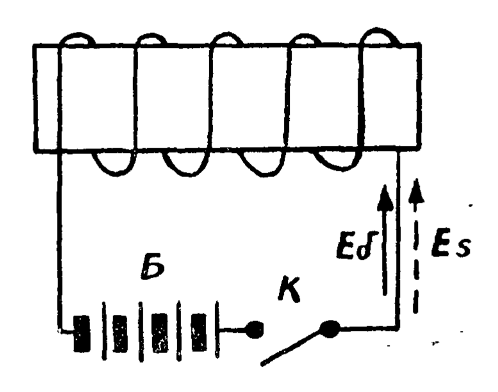


Рис. 11. Схема *возникновения эдс* самоиндукции при размыкании цепи:
$E_б$ — *эдс* батареи; E_s — *эдс* самоиндукции.

Чем быстрее размыкаются контакты, тем больше значение *эдс* самоиндукции. Для увеличения скорости размыкания и *эдс* самоиндукции применяются конденсаторы, которые поглощают ток самоиндукции, увеличивая скорость его исчезновения.

§ 7. Вихревые токи (токи Фуко)

Пусть силовые линии магнитного поля пересекаются массивной деталью, изготовленной из стали. В результате такого пересечения в этой детали будет индуктироваться электрический ток. Этот ток в силу массивности детали может замкнуться внутри этой же детали. Замк-

нувшись, его энергия превратится в тепло, деталь нагревается.

Чем больше деталь имеет объем и быстрее она пересекает магнитные силовые линии, тем больше затрачивается энергии на нагрев этой детали.

Если взять объем той же детали, но составить его из отдельных изолированных друг от друга бумагой или лаком пластин или проволок, то вихревые токи будут незначительны, так как объемы, где индуктируются эти токи, незначительны.

Для уменьшения вихревых токов сердечники трансформаторов, индукционных катушек и т. д. набираются из тонких пластин мягкого железа, изолированных друг от друга лаком, бумагой или окалиной.

§ 8. Некоторые сведения о полупроводниках

Полупроводник — это вещество, обладающее малой электрической проводимостью и занимающее по ряду других физических свойств среднее положение между хорошими проводниками и диэлектриками. К полупроводникам относятся кремний, германий, селен, таллий, кадмий и др.

Полупроводники обладают различными свойствами, позволяющими с успехом применять их в различных областях электро-, радио, свето- и теплотехники. Они используются для создания так называемого запирающего слоя, т. е. *граничной поверхности сопряжения между отдельными полупроводниками и металлами, обладающей способностью пропускать ток в одном направлении.* Это позволяет применять полупроводники для выпрямления переменного тока. Примером этого может служить селеновый выпрямитель.

Между полупроводниками и диэлектриками провести резкой грани нельзя, так как проводимость первых зависит от наличия примесей. В то же время проводимость полупроводников отличается от проводимости металлов характером температурного изменения: с повы-

шением температуры проводимость полупроводников повышается (удельное сопротивление падает) в противоположность металлам.

Высокая проводимость металлов вызвана наличием большого числа свободных электронов в кристаллической решетке. В полупроводнике же их очень мало. Каждый электрон занимает определенное положение относительно ядра. Электроны, определяющие химическую активность вещества, называются валентными электронами. Они определяют способность ядра атома вещества удерживать определенное число других атомов в зависимости от их валентности. Слой, в котором находятся эти электроны, называется валентной зоной.

Энергетические уровни свободных электронов выше уровней валентных электронов. Чтобы использовать валентный электрон для проводимости, лишив его связи с ядром, необходимо добавить ему определенную энергию и довести ее до энергии свободных электронов. Разница в энергии свободного электрона и валентного является характеристикой вещества, так как она определяет энергию, которую должен получить связанный (валентный) электрон, чтобы стать свободным. Чем больше эта разность, тем ниже проводимость вещества.

На рис. 12 показана схема, характеризующая соотношение энергий свободных и валентных электронов различных веществ. В металлах энергетическая зона I свободных электронов граничит с энергетической зоной валентных электронов. Для разрыва связи последних с ядром атома электрону достаточно сообщить сравнительно небольшую энергию, подвергнув действию электрического поля. Таким образом, валентный электрон станет свободным.

В полупроводниках и изоляторах имеется меньшее количество свободных электронов, следовательно, зона их энергетических уравнений значительно уже. Кроме того, в проводниках и изоляторах валентные электроны обладают меньшей энергией и чтобы довести энергию валентного электрона до энергии свободного электрона, необходимо электрону сообщить некоторое количество

энергии ΔE. Разность энергии свободного электрона и валентного называется запретной зоной.

Для германия эта энергия равна 0,72 *эв* (электрон-вольт), для кремния 1,11 *эв*. Энергией в 1 эв называется энергия, которую получает электрон, проходя разность потенциалов 1 в.

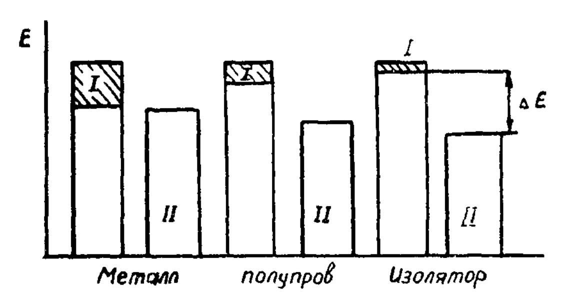


Рис. 12. Энергетические уровни электронов различных материалов: I — валентных электронов; II — свободных электронов.

Нарушение связей валентных электронов с ядром приводит к одновременному образованию свободных электронов и пустых мест (дырок) вблизи тех атомов, от которых оторвались электроны. Такая дырка ведет себя подобно частице с положительным зарядом, равным заряду электрона.

Если на полупроводник наложить внешнее электрическое поле, то свободные электроны и дырки начинают перемещаться вдоль силовых линий поля.

Перемещение дырок и электронов возможно лишь в определенном направлении, обусловленном химическим составом полупроводника. Следовательно, определенная композиция полупроводника и примесей в нем дает возможность пропускать ток через соответствующее уст-

ройство в определенном направлении, а сообщение валентным электронам различных значений потенциалов позволяет управлять значением этого тока.

Вышеизложенные свойства позволили использовать полупроводники как выпрямительные устройства и исполнительные органы в системе регулирования. К первым относятся селеновые выпрямители, а ко вторым — транзисторы.

§ 9. Устройство и действие транзистора

Транзистор представляет собой усилительный полупроводниковый прибор (рис. 13). В нем различают следующие основные части: электрод, подобный катоду, в электронной лампе, испускающий подвижные электриче-

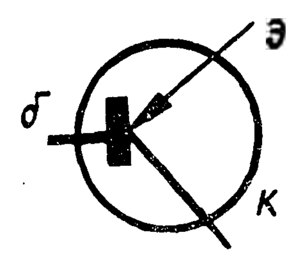


Рис. 13. Схема транзистора.

ские заряженные частицы — эмиттер *Э;* аналогичный аноду электрод, улавливающий эти частицы — коллектор *К,* и аналогичный управляющей сетке электрод, прикладывая к которому то или иное напряжение, можно управлять коллекторным током — база *б.* Особенностью транзистора является то, что все эти части находятся не в вакууме.

Роль вакуума здесь выполняет объем монокристалли-

ческого полупроводника. Кроме того, «катод» (эмиттер) не требует подогрева.

Работу транзистора можно представить схемой, изображенной на рис. 14. Изменяя напряжение на базе *б* посредством реостата, можно получить различные значения тока *I*. А если подвести заряд к базе *б*, одноимен-

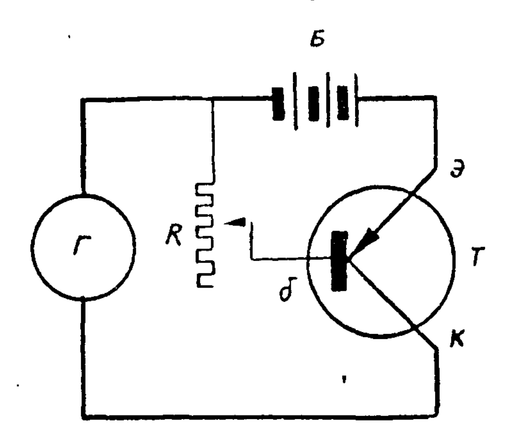


Рис. 14. Схема действия (работы) транзистора.

ный заряду эмиттера (на рис. 14 показано пунктиром), то заряженные частицы эмиттера будут отталкиваться от базы *б* и проходить к коллектору не будут. Транзистор будет заперт. Описанное свойство транзистора используется при применении его как органа, изменяющего значение тока в обмотке возбуждения якоря генератора.

Глава

ВТОРАЯ

АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

Источниками электрической энергии на мобильных машинах являются аккумуляторные батареи и генераторы.

Аккумулятор — это устройство, которое при работе генератора накапливает электрическую энергию, являясь потребителем, а во время остановок двигателя мобильной машины сам является источником электрической энергии и питает ею все необходимые приборы и агрегаты. Аккумуляторы, которые используются для питания электрическим током стартеров, получили название «стартерные».

Напряжение на зажимах одного свинцового аккумулятора равно 2 *в*. Для повышения напряжения они соединяются последовательно по три или шесть штук, образуя шести- или двенадцативольтовые батареи.

На автомобилях, тракторах и комбайнах в качестве стартерных батарей применяются два типа батарей: кислотные (свинцовые) и щелочные. Последние применяются реже.

§ 1. Устройство свинцовых аккумуляторов

Аккумулятор состоит из положительных и отрицательных пластин, помещенных в бак с раствором аккумуляторной серной кислоты определенной плотности, называемым электролитом. Пластины разделены между собой посредством сепараторов (рис. 15).

Пластины. Решетки пластин изготавливаются путем отливки из свинца с примесью 5—7% сурьмы, которая повышает механическую прочиость и улучшает литейные качества сплава.

В настоящее время положительные пластины аккумуляторных батарей выполняются из новых, химически чистых сплавов, что повышает сопротивляемость коррозии и снижает интенсивность разрушения пластин, вызывае-

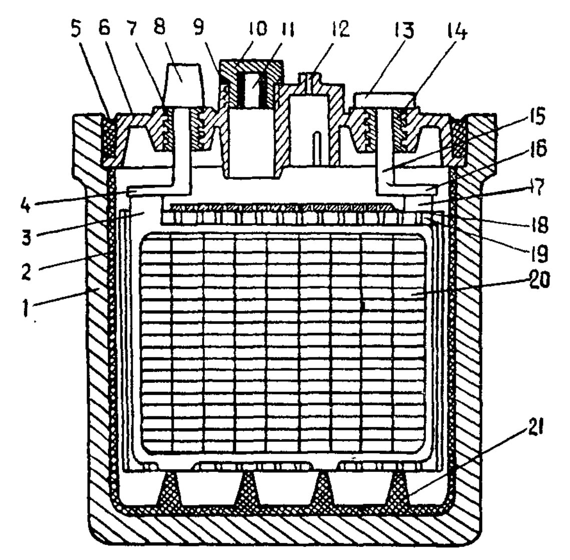


Рис. 15. Свинцовый аккумулятор·

1 — бак; *2* — кислотостойкая вставка; *3* и *17* — ушки пластин; *4* и *16* — баретки; *5* — мастика; *6* — крышка; *7* и *14* — свинцовые втулки; *8* и *15* — штыри; *9* — резиновая прокладка; *10* — пробка; *11* — резиновая втулка; *12* — газоотводное отверстие; *13* — межэлементное соединение; *18* — предохранительный щиток; *19* — сепаратор; *20* — пластина; *21* — ребро бака.

мого перезарядкой. С применением этих пластин снижены габариты и вес батареи и значительно повышена их надежность. В зависимости от емкости количество пластин, объединенных в полублок соответствующей полюсности, бывает различное. Чем больше пластин, тем больше емкость аккумулятора.

Положительных пластин (коричневого цвета) обычно на одну меньше отрицательных. Это позволяет установить положительные пластины среди отрицательных и сделать равномерную разрядку всех положительных пластин с обеих сторон, предохранив тем самым их от коробления. В выпускаемых аккумуляторах решетка положительных пластин более массивная, чем отрицательных, так как они подвергаются большему воздействию кислоты. В ячейки решеток вмазывается активная масса, состоящая из свинцовых окислов — сурика Pb_3O_4 и глета PbO и свинцового порошка, окисляющегося при размоле.

Свинцовые окислы в порошкообразном виде замешиваются с серной кислотой. Полученную пасту вмазывают в решетку, высушивают и электротехническим способом превращают на положительных пластинах в перекись свинца, на отрицательных — в губчатый свинец. Приготовленные таким образом пластины имеют пористое строение и электролит пропитывает их насквозь. В результате этого увеличивается поверхность соприкосновения электролита с активной массой, что увеличивает емкость аккумулятора при сравнительно небольшом весе.

В процессе работы вследствие усадки активной массы может возникнуть уменьшение пор. Особенно это относится к пластинам с чистым свинцом. Для предотвращения этого явления в активную массу отрицательных пластин при их изготовлении добавляется около 1% расширителей, состоящих из сернокислого бария, гуминовой кислоты, хлопковых очесов, нефтяной сажи и т. д. Расширители повышают пористость, а следовательно, емкость аккумуляторов в несколько раз. Одноименные пластины собираются в полублоки посредством ба-

реток. Последние припаяны к выводным клеммовым штырям.

Полублоки объединяются в блоки. Соприкосновение разноименных пластин предотвращается сепараторами.

Сепараторы. Сепараторы изготавливаются из высокопористых материалов: микропористой пластмассы (мипласта), микропористого эбонита (мипора), пенопласта, стекловойлока в комбинации с мипластом, а также из дерева. Однако дерево содержит влагу, которая отрицательно действует при хранении, способствуя образованию кристаллов сульфата свинца (сульфатации).

Деревянные сепараторы менее прочны и долговечны и в настоящее время их производство прекращено. Сепараторы имеют ребра, которые должны быть обращены к положительным пластинам. В комбинированных сепараторах к положительным пластинам обращен стекловойлок или мипласт. Такая установка сепараторов улучшает доступ электролита в поры положительных пластин и тем самым улучшаются эксплуатационные качества аккумулятора.

Размер сепараторов по высоте больше размера пластин. Над сепараторами в каждом аккумуляторе устанавливается предохранительный щиток из кислотостойкого материала. Он предохраняет кромки сепараторов от повреждений при измерении плотности или при проверке уровня электролита. В настоящее время сепараторы выполняются из целлюлозных волокон, пропитанных фенольной смолой, с ребрами из пластмассы, что обеспечивает низкое внутреннее сопротивление при высоких токах и напряжениях, имеющих место при пуске холодных двигателей.

Баки. Бак аккумуляторной батареи разделен на ячейки, в которые помещается аккумулятор. Изготавливается из асфальтопековой пластмассы и эбонита. В ячейки бака запрессовываются вставки из кислотостойкой пластмассы, которая предохраняет бак от разрушения. Каждая ячейка закрывается пробкой, ввернутой в ее крышку. В пробках имеются вентиляционные отверстия. В новых аккумуляторах для герметизации под

пробки, имеющие вентиляционные отверстия, завод устанавливает резиновые прокладки, а в аккумуляторах с вентиляционными отверстиями в крышке устанавливает заглушку.

В настоящее время для изготовления корпуса и крышки батареи начинают применяться полистирин и полипропилен, благодаря чему значительно снижены толщина стенок, вес, объем батареи и повышена ее прочность.

По ГОСТ 959—51 автомобильные аккумуляторные батареи имеют следующие обозначения: 3СТ-60, 3СТ-70, 3СТ-84, 3СТ-98, 3СТ-135, 6СТ-42, 6СТ-54, 6СТ-54, 6СТ-68, 6СТ-78. Цифры *3* и *6* указывают *число последовательно* соединенных в батарее аккумуляторов; назначение: *СТ* — стартерные; материал бака: *Э* — эбонит, *П* — пластмасса; материал сепараторов: *М* — мипласт, *МС* — мипласт и стекловойлок, *Р* — мипор, *Д* — дерево, *ДС* — дерево и стекловойлок. На сухозаряженных батареях дополнительно ставится буква *З*. Пример условного обозначения стартерной батареи с шестью последовательно соединенными аккумуляторами номинальной емкостью 68 ампер-часов, в моноблоке из эбонита, с сепараторами из мипласта: 6СТ-68-ЭМ ГОСТ—959—51.

Пример условного обозначения этой же батареи, но с сепараторами из мипласта, комбинированные со стекловойлоком 6СТ-68-ЭМС ГОСТ—959—51.

Пример условного обозначения этой же батареи, но в сухозаряженном исполнении:

6СТ-68-ЭМСЗ ГОСТ—959—51.

Батареи с синтетическими сепараторами из мипора, мипласта или с сепараторами, комбинированными с ними, выпускаются с высушенными пластинами и только в сухозаряженном исполнении.

Для мотоциклов и мотороллеров изготавливаются три типа аккумуляторных батарей по ГОСТ 6851—61 в зависимости от емкости и назначения: 3МТ-6, 3МТ-12 и 3МТР-10.

В обозначении типа батареи: число перед буквами —

количество последовательно соединенных аккумуляторов; буквы МТ или МТР — мотоциклетная или мотороллерная батарея; число после букв — номинальная емкость батареи в ампер-часах при 10-часовом режиме разряда. Основные данные аккумуляторных батарей приведены в таблице 1.

§ 2. Устройство щелочных аккумуляторов

Аккумулятор состоит из положительных и отрицательных пластин, помещенных в стальной корпус с электролитом (раствор едкого калия KOH или едкого натра $NaOH$; на каждый литр электролита добавляется по 20 *г* гидроокиси лития — это повышает емкость электролита и увеличивает срок службы положительной пластины).

Положительная пластина состоит из соединенных в замок никелированных пакетов (ламелий), в которые впрессована активная масса, состоящая из 75% гидроокиси никеля и 25% графита. По бокам пластины имеют штампованные ребра, которые обеспечивают достаточную жесткость и хороший контакт. Для проникновения электролита к активной массе и выхода газов, образующихся при зарядке, в пластинах ламелей имеется большое количество отверстий (около 240 на 1 $см^2$).

Отрицательные пластины конструктивно выполнены так же, как и положительные, но активной массой является железный порошок специального качества.

Каждая положительная пластина помещается между отрицательными и предохраняется от замыкания эбонитовыми стержнями диаметром 1,9—2 *мм*, установленными вертикально. На ребрах всех положительных пластин установлены прокладки из винипласта.

Корпус изготовляется путем сварки из никелированной стальной ленты толщиной в 1 *мм*. От соприкосновения с корпусом блок пластин изолирован листовым винипластом.

Полюсные центры выведены из корпуса аккумулято-

Таблица 1

Основные данные свинцово-кислотных аккумуляторных батарей

Тип батарей	Номин. напряжение, *в*	Номинальн. емкость при 10-часовом разрядном режиме, *а-ч*	Вес батарей с электролитом, *кг*	Колич. электролита, *л*	Колич. серной кислоты, необходимое для приготовления электролита плотностью 1,27 *г/см³*	Разрядн. ток стартерного режима, *а*	Допустим. ток зарядки, *а*	Применение (основные марки машин)
3МТ-6	6	7	2,2	0,3	0,08	—	0,7	М-1М, К-55, К-175, НЖ-45
3МТ-12	6	14	4,0	0,5	0,133	—	3/1,4	М-72, «Урал», «Ирбит»
3МТ-10	6	10	2,9	0,4	0,107	150	1,6/0,8	Т-200, Т-200М
3СТ-60	6	60	15,2	2,25	0,6	180	6	ДТ-24, Т-28
3СТ-70	6	70	19,5	2,5	0,667	210	7	ГАЗ-51А
3СТ-84	6	84	21,4	2,65	0,706	250	8,5	ЗИЛ-164А, «Урал-355М»
3СТ-98	6	98	24,4	3,5	0,93	295	10	МАЗ-158, ПАЗ-652Б
3СТ-135	6	135	2,9	4,75	1,27	405	13,5	МТЗ-5М, ЛАЗ-695Е, Т-40, Т-40А

6СТ-42	12	42	18,8	3,0	0,8	125	4,2	«Москвич-403», «Москвич-408» ДТ-75, Т-4, Т-125, «Запорожец», ЗАЗ-965, 966
6СТ-54	12	54	24,7	3,75	1,0	160	5,4	М-21 «Волга», ГАЗ-69
6СТ-68	12	68	30,4	5,0	1,33	205	6,8	ГАЗ-53, ДТ-20, РСМ-8
6СТ-78	12	78	35	5,75	1,54	235	7,8	ЗИЛ-130
6СТ-128	12	112	58	7,5	2	385	11	К-700, СК-3, СК-4, ДСШ-16, МАЗ-500, МАЗ-200
6СТ-140	12	140					14	«Урал-375»
6СТ-165	12	165					16,5	МАЗ-500, К-700
6СТ-195	12	195					19,5	МТЗ-50, Т-40

Примечание. Для определения необходимого количества дистиллированной воды из объема электролнта вычесть объем серной кислоты.

ра через отверстия в крышке. Сопряжения уплотнены резиновой втулкой и закреплены гайками.

Отверстие через которое заливается электролит, закрывается резиновой пробкой.

В каждом корпусе имеется 12 положительных пластин и 13 отрицательных. Эти пластины объединяются в полублоки посредством приваренных к пластинам перемычек. К перемычкам прикреплены выводные штыри.

Один аккумулятор имеет среднее рабочее напряжение 1,33—1,35 *в*. Аккумуляторы по три штуки последовательно объединяются в секцию. Три секции, соединенные последовательно, образуют батарею с номинальным напряжением 12 вольт.

Промышленность выпускает, в основном, два типа стартерных щелочных аккумуляторных батарей: 3×3 СЖН-70 и 3×3 СЖН-60.

Первая цифра означает количество батарейных секций; вторая цифра — число аккумуляторов в батарейной секции; буква С — назначение аккумулятора — стартерный; буквы ЖН — железо-никелевый аккумулятор; цифры 70 и 60 — емкость аккумулятора в ампер-часах при пятичасовом разрядном режиме.

В последнее время ведется разработка безламельных щелочных аккумуляторов с пластинами, изготовленными из порошка методом спекания и не имеющими перфорированного стального каркаса. К безламельным относятся аккумуляторы с электродами, изготовленными из фольги, на которую нанесена активная масса.

Безламельные аккумуляторы по стартерным характеристикам превосходят свинцовые. Если эти аккумуляторы будут обладать достаточной долговечностью, то, видимо, они найдут широкое применение на мобильных машинах.

§ 3. Химические процессы в аккумуляторах при зарядке и разрядке

Химические процессы в свинцовых аккумуляторах при зарядке и разрядке.

Активная масса отрицательных пластин в заряженной батарее представляет собой чистый губчатый свинец Рв, положительных пластин — перекись свинца PbO_2. Электролит в заряженной батарее имеет наибольшую плотность и находится в пределах от 1,25 до 1,31 *г/см³* в зависимости от времени года и климатического пояса.

При разрядке активная масса положительных и отрицательных пластин, вступая в реакцию с ионами серной кислоты, превращается в сернокислый свинец $PbSO_4$ — сульфат свинца. При отщеплении в результате реакции из серной кислоты кислотного остатка SO_4 появляются в электролите дополнительные молекулы воды. От этого плотность электролита уменьшается. В разряженном аккумуляторе она имеет значения в пределах 1,09—1,15 *г/см³*.

Уменьшение плотности электролита является одним из основных признаков разряженности аккумуляторов.

При зарядке аккумуляторов происходят процессы, обратные разряду, т. е. сернокислый свинец на отрицательной пластине превращается в чистый свинец, а на положительной — в перекись свинца. В это время плотность электролита повышается. Как только сернокислый свинец будет весь преобразован в перекись свинца и чистый свинец, то дальнейшая зарядка *не будет вызывать повышение плотности электролита. Это является признаком конца зарядки аккумулятора.* При дальнейшей зарядке энергия зарядного тока будет расходоваться на разложение воды. Из электролита будут выделяться пузырьки водорода — наступит «кипение». Длительное пропускание тока через заряженную батарею вызывает выкипание воды из электролита и разрушение пластин.

Химические процессы в щелочном аккумуляторе при зарядке и разрядке. В заряженных аккумуляторах активная масса положительных пластин состоит из гидрата окиси никеля $Ni(OH)_3$, а активная масса отрицательных пластин из порошкообразного железа. Плотность электролита в зависимости от времени года и климатического пояса изменяется от 1,2 до 1,27 *г/см³*.

При разрядке аккумуляторных батарей гидрат окиси никеля $Ni(OH)_3$ превращается в гидрат закиси никеля $Ni(OH)_2$, а железо превращается в гидрат закиси железа. Молекулярный состав электролита не изменяется, а потому плотность его в процессе зарядки и разрядки остается постоянной.

При зарядке гидрат закиси никеля превращается на положительных пластинах в гидрат окиси никеля, а на отрицательных — в чистое железо.

§ 4. Приготовление электролита

Для кислотно-свинцовых аккумуляторов. Для приготовления электролита используется аккумуляторная серная кислота и дистиллированная вода. Нельзя применять техническую серную кислоту и недистиллированную воду. При отсутствии дистиллированной воды можно использовать снеговую или дождевую воду, но собранную не с железных крыш и не в железной посуде.

При составлении электролита серную кислоту льют тонкой струйкой в воду, одновременно помешивая раствор чистой стеклянной палочкой. Составляется электролит в стеклянной, эбонитовой, фарфоровой или освинцованной посуде.

Для приготовления литра электролита определенной плотности требуется определенное количество серной кислоты и воды. Ниже приводится соотношение серной кислоты плотностью 1,83 *г/см*³ и воды в литрах.

Плотность электролита	1,1 *г/см*³	кислоты	0,075 *л*	воды	0,925 *л*
»	1,2	»	0,190 *л*	»	0,81 *л*
»	1,21	»	0,200 *л*	»	0,8 *л*
»	1,22	»	0,214 *л*	»	0,786 *л*
»	1,23	»	0,224 *л*	»	0,776 *л*
»	1,24	»	0,230 *л*	»	0,770 *л*
»	1,25	»	0,240 *л*	»	0,760 *л*

Плотность электролита	1,26 г/см³	кислоты	0,255 л	воды	0,745 л
»	1,27	»	0,268 л	»	0,732 л
»	1,29	»	0,291 л	»	0,709 л
»	1,31	»	0,308 л	»	0,692 л
»	1,4	»	0,415 л	»	0,585 л

Пример. Определить количество серной кислоты, необходимой для приготовления электролита плотностью 1,27 г/см³ для заправки им аккумуляторной батареи 3СТ-135.

По таблице 1 находим объем электролита для этой батареи. Он равен 4,75 л. Объем серной кислоты составит 0,268×4,75=1,27 л. Объем воды будет равен 4,75 л — 1,27 л = 3,48 л.

Плотность электролита измеряется ареометром (рис. 16) с ценой деления 0,01 единицы. Плотность электролита зависит от температуры. На каждый градус изменения температуры в показания ареометра следует вносить поправку, равную 0,0007. Если температура выше +15°С, поправку прибавляют, а если ниже — вычитают.

Для щелочных аккумуляторов. Для приготовления электролита употребляется один из следующих материалов:

1. Готовый твердый составной калиево-литиевый электролит ТУМХП 90-54; 2. Готовый жидкий составной калиево-литиевый электролит плотностью 1,41 г/см³, ТУМХП 2856-51; 3. Едкий калий (ГОСТ 9285—59 марок «А» и «В» для аккумуляторной промышленности) с добавкой в электролит 20±1 г на литр моногидрата лития ($Li \cdot OH \cdot H_2O$) по ГОСТ 8595—57.

Для растворения твердой щелочи или разведения концентрированной щелочи применяется дистиллированная вода. В крайнем случае можно применять питьевую воду, предварительно подщелоченную. Подщелачиванием очищают воду от примесей путем добавления на один литр воды 5—10 г твердой щелочи. После тщательного перемешивания вода должна отстояться в течение суток. Категорически запрещается пользоваться той посудой, которая применялась для приготовления электролита.

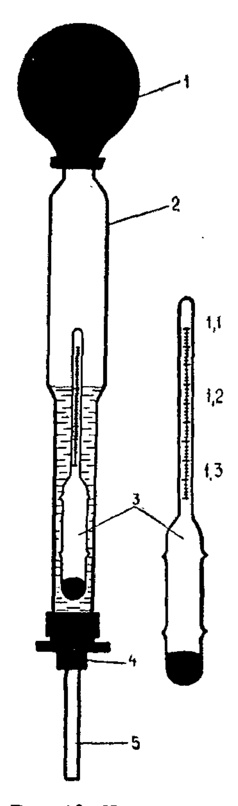


Рис. 16. Кислотомер:
1 — резиновая груша; 2 — стеклянная трубка; 3 — ареометр; 4 — резиновая пробка; 5 — пластмассовая трубка.

Для приготовления электролита плотностью 1,19—1,21 необходимо 1 *кг* щелочи растворить в трех литрах воды; плотность 1,22—1,25 — в двух литрах воды.

Электролит заливается с таким расчетом, чтобы уровень его был на 8—15 *мм* выше верхнего края пластины.

§ 5. Характеристика свинцовых аккумуляторов

Эдс аккумулятора. В свинцовом аккумуляторе электродвижущая сила (напряжение на зажимах при отсутствии нагрузки) зависит от плотности электролита и может быть определена по формуле:

$$E_б = 0{,}84 + \gamma,$$

где γ — плотность электролита в *г/см³*.

Для полностью заряженного аккумулятора электродвижущая сила будет равна:

$$E_б = 0{,}84 + 1{,}27 = 2{,}11 \ в.$$

Для полностью разряженного

$$E_б = 0{,}84 + 1{,}13 = 1{,}97 в$$

Таким образом, по плотности электролита можно определить степень разряженности аккумулятора.

Ниже приводится плотность электролита при температуре 15°C в зависимости от степени разрядки батареи, *г/см*³.

Полностью заряженная 1,31 1,29 1,27 1,25

Разряженная на 25% 1,27 1,25 1,23 1,21

Разряженная на 50% 1,23, 1,21 1,19, 1,17.

В процессе разряда напряжение на зажимах аккумулятора меньше его *эдс* на величину падения напряжения, необходимого для преодоления внутреннего сопротивления аккумулятора ($I_{раз} \cdot r_{вн}$). При зарядке напряжение на зажимах зарядного устройства должно быть больше эдс аккумулятора на величину $I_{зар} \cdot r_{вн}$.

Внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи зависит от степени ее заряженности, окружающей температуры и емкости. Внутреннее сопротивление с понижением температуры увеличивается, с повышением емкости — уменьшается.

Пример. Внутреннее сопротивление заряженной аккумуляторной батареи 3СТ70 при 40°C составляет 0,01 *ом*, а при — 20°C увеличивается до 0,19 *ом*. Внутреннее сопротивление зависит от состояния аккумуляторной батареи.

Емкость аккумуляторной батареи — есть количество электричества, которое отдает она при разрядке определенной величиной тока до минимально допустимого значения напряжения на один аккумулятор.

По ГОСТ 959—51 разрядку батареи производят током, равным одной десятой емкости до напряжения 1,7 *в* на один аккумулятор.

Произведение разрядного тока в амперах на время разрядки в часах представляет собой емкость в ампер-часах, *а-ч*.

Номинальную емкость аккумуляторная батарея покажет лишь при разрядке током, не превышающим 0,1 емкости. С увеличением разрядного тока емкость батареи уменьшается. Прн разрядке током стартерного режима аккумуляторная батарея покажет емкость, равную $^1/_4$ емкости при номинальном разрядном токе.

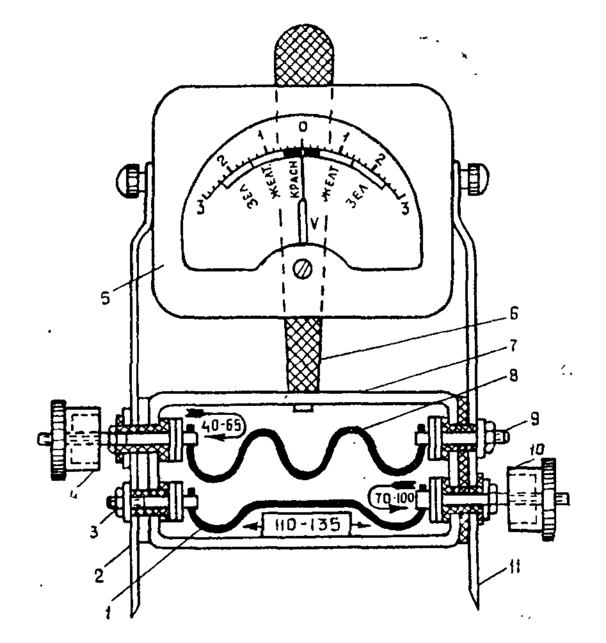


Рис. 17. Схема нагрузочной вилки НИИАТ ЛЭ-2:

1, 8 — нагрузочные сопротивления; 2 и 11 — контактные ножки; 3 и 9 — зажимы сопротивлений; 4 и 10 — контактные гайки; 5 — вольтметр; 6 — рукоятка; 7 — защитный кожух.

§ 6. Приведение новой батареи в рабочее состояние

Сухозаряженные аккумуляторные батареи заливают электролитом удельного веса, соответствующего электролиту полностью заряженного аккумулятора. Уровень

электролита должен быть на 10—15 *мм* выше предохранительного щитка. Плотность электролита выбирается, исходя из климатических условий (см. табл. 2).

Таблица 2

Климатический пояс	Время года	Плотность электролита, приведенная к 15°С заливаемого перед первым зарядом в батарею с сепараторами из всех материалов, кроме дерева, *г/см*³		
		с сухими незаряженными пластинами	с сухими заряженными пластинами	в конце первого заряда
Районы с температурой зимой ниже 40°С	Зима Лето	1,28 1,24	1,31 1,27	1,31 1,27
Районы с температурой зимой до —40°С	В течение всего года	1,25	1,29	1,29
Центральные районы с температурой зимой до —30°С	То же	1,24	1,27	1,27
Южные районы	То же	1,22	1,25	1,25

Для условий Волгоградской области плотность электролита, заливаемого в сухозаряженные батареи, можно принять: зимой — 1,27 *г/см*³; летом — 1,25 *г/см*.³

Заправленные электролитом аккумуляторы после пропитки пластин электролитом (для аккумуляторов с сухими заряженными пластинами) через 5—6 часов подключают к зарядному устройству, долив электролит до нормы. Заряжают аккумуляторы силой тока, равной

около одной десятой емкости аккумуляторной батареи (см. табл. 1).

Заряжают батарею до тех пор, пока начнется обильное газовыделение, и напряжение на зажимах батареи будет соответствовать 2,3—2,4 вольта на один аккумулятор. В это время желательно снизить силу зарядного тока на 30—50% и довести зарядку аккумуляторов до такого состояния, когда плотность электролита и напряжение на зажимах зарядного устройства будут в течение трех часов постоянными.

В конце заряда измеряют плотность электролита и в случае необходимости доводят ее до требуемой концентрации доливкой в аккумулятор дистиллированной воды или электролита плотностью 1,4 *г/см*³. При этом продолжают заряжать батарею.

Продолжительность первого заряда в зависимости от длительности хранения изменяется от 25 до 50 часов для батарей с сухими незаряженными пластинами и от 5 до 6 часов для батарей с сухими заряженными пластинами.

Батареи с сухими заряженными пластинами разрешается в необходимых случаях устанавливать на машину без подзарядки через 3 часа после заливки электролита, если плотность электролита за это время не снизилась более чем на 0,03 единицы плотности. Кроме того, в процессе работы необходимо проследить, чтобы она полностью зарядилась. Если этого не наблюдается, то необходимо снять батарею с машины и поставить на зарядку.

Процесс зарядки аккумуляторных батарей. Положительная клемма аккумуляторной батареи подключается к положительной клемме источника постоянного тока, отрицательная — к отрицательной. Подключение нескольких аккумуляторных батарей к зарядному устройству может производиться последовательно и параллельно.

При последовательном соединении через все батареи проходит одинаковой силы ток. Такой способ применяется в том случае, если зарядка производится источни-

ком тока, превышающим по напряжению напряжение аккумуляторной батареи. Батареи подбираются одинаковой емкости и одинаковой степени разряженности, а следовательно, одинакового внутреннего сопротивления.

При параллельном соединении можно производить заряд батарей с различной емкостью и различной степенью заряженности. Сила тока в этом случае распределяется пропорционально внутреннему сопротивлению батареи. Новые батареи при зарядке соединяют последовательно, чтобы контролировать значение тока.

В случае крайней необходимости аккумуляторные батареи можно заряжать током, в 1,5—2 раза большим нормального зарядного тока до начала газовыделения. Затем его уменьшают до нормального и доводят зарядку до конца.

§ 7. Проверка состояния и работоспособности аккумуляторной батареи

В процессе эксплуатации аккумуляторных батарей необходимо постоянно следить за их состоянием и выполнять необходимые правила по уходу за ними. Через каждые 10—15 дней выполняют следующие операции:

1. Осматривают батарею снаружи.
2. Протирают насухо батарею. При наличии электролита на крышке ее протирают чистой тряпкой, смоченной 10%-ным раствором нашатырного спирта или 10%-ным раствором кальцинированной соды. После этого поверхность протирают сухой тряпкой.
3. Прочищают газоотводные отверстия в крышках или пробках.
4. Подтягивают крепление батареи и контактные соединения. При необходимости зачищают поверхности штырей и наконечников абразивной бумагой.
5. Смазывают наконечники и штыри техническим вазелином.
6. Проверяют уровень электролита. Он должен быть

на 10—15 *мм* выше предохранительного щитка, а в батареях для мотоциклов и мотороллеров на 5—7 *мм*.

Если уровень понизился, то его восстанавливают путем доливки дистиллированной водой.

Если точно известно, что произошло вытекание электролита из аккумулятора, то необходимо долить электролит по плотности одинаковой с плотностью электролита в элементах батареи.

7. Проверяют степень заряженности батареи по плотности электролита.

В летнее время разрядка батареи допускается не более чем на 50%. В зимнее время, во избежание замерзания электролита, допускается разрядка батареи не более чем на 25%.

Постоянный недозаряд батареи приводит к сульфатации пластин. Поэтому при снижении степени заряженности батареи ниже указанных пределов необходимо снять батарею с машины и полностью зарядить. После зарядки довести уровень электролита и его плотность до нормы.

Через каждые 35—40 дней необходимо снимать батарею и заряжать.

При зарядке током первой ступени необходимо следить за температурой, которая не должна превышать 45°С. В случае превышения зарядка прерывается на время, необходимое для снижения температуры до 30—35°С. С целью ускорения охлаждения может применяться искусственное охлаждение установкой батареи в ванну с холодной водой. Первой ступенью проводят заряд до начала газовыделения, когда напряжение на один аккумулятор будет соответствовать 2,3—2,4 *в*.

Проверяют работоспособность аккумуляторной батареи измерением напряжения каждого аккумулятора нагрузочной вилкой или специальным прибором НИИАТ ЛЭ-3.

Напряжение аккумулятора под нагрузкой зависит от степени заряженности аккумулятора, его емкости и состояния пластин.

В аккумуляторе с сульфатированными или осыпавши-

мися пластинами напряжение падает гораздо быстрее из-за большого внутреннего сопротивления и снижения их емкости.

Нагрузочные вилки представляют собой прибор, состоящий из вольтметра (рис. 17), параллельно зажимам которого могут включаться сопротивления. Для аккумуляторов емкостью в 40—60 а-ч включается сопротивление 0,018—0,02 *ом,* которое в состоянии пропустить ток, равный около 100 *а*.

Для аккумуляторов емкостью 70—100 а-ч включают сопротивление, равное 0,01—0,012 *ом,* при котором сила тока достигает 160 *а*.

При испытании аккумуляторов емкостью 110—135 *а-ч* включают сопротивление, при котором ток достигает 200—260 *а*.

Проверяемый аккумулятор в течение 5 секунд разряжается указанной выше силой тока. Напряжение в конце 5-й секунды не должно падать ниже 1,7—1,8 *в*. Если оно не удовлетворяет этому требованию, то батарею необходимо зарядить. Если напряжение одного из аккумуляторов отличается от напряжения других аккумуляторов на 0,1 *в* или в течение 5 сек. падает до значения 0,4—1,4 *в,* то батарея неисправна и требует ремонта или заряда.

В процессе ремонта батареи часто появляется необходимость проверить ее состояние и определить емкость. При этом необходимо иметь в виду, что аккумуляторная батарея допускается к эксплуатации, если ее емкость снизилась по сравнению с номинальной не более чем на 25%. Причинами снижения емкости является уменьшение активной массы вследствие выкрашивания и сульфатации пластин.

Подготовка аккумулятора к проверке емкости сводится к следующему:

1. Проверяют уровень электролита во всех аккумуляторах и при необходимости его корректируют.

2. Заряжают полностью батарею током нормального заряда (равного одной десятой емкости батареи) до обильного газовыделения, постоянства напряжения и

плотности электролита, отмечаемых в течение трех часов подряд, после чего при непрекращающемся заряде должна быть произведена корректировка плотности электролита. Температура должна быть равной 30±2°C.

3. Разряжают батарею 10-часовым режимом при строго постоянном значении тока до напряжения 1,7 *в* на худшем аккумуляторе батареи. Емкость будет равна It,
где I — разрядный ток в *а;*
t — время разряда в *ч.*

4. Полученная при испытании емкость в ампер-часах приводится к температуре 30°C по формуле:

$$Q_{30} = \frac{Q}{1+0{,}01\,(t-30^{\circ})},$$

где Q — емкость, полученная при испытании в *а-ч;*
t — средняя температура электролита при разрядке в °C;
0,01 — температурный коэффициент емкости.

При стартерном режиме разряда разряжают током стартерного режима до напряжения 4,5 *в* для шестивольтовых аккумуляторов и *9 в* для 12-вольтовых аккумуляторов. Время разрядки не должно быть менее 5,5 минуты при температуре 30°C.

§ 8. Основные неисправности свинцовых аккумуляторных батарей

Саморазряд. В соответствии с ГОСТ—959—51 вполне исправная аккумуляторная батарея постепенно разряжается даже в том случае, если к ее зажимам не подключены потребители электрической энергии. Нормальное значение саморазряда для бездействующих новых аккумуляторов находится в пределах 0,5—1,1% от емкости в сутки.

Для батарей, бывших в эксплуатации, суточная потеря емкости составляет около 3%.

Таким образом, саморазряд есть потеря емкости аккумулятора.

Саморазряд, превышающий допустимый, называется ускоренным.

Причины саморазряда:

1. Материал пластин содержит посторонние примеси, так как абсолютно чистых материалов в производстве не бывает. Например, если в пластинке имеется частица меди, то образуется гальваническая пара (два разнородных материала, погруженных в электролит). В этом месте образуется паразитный ток — от меди к свинцу и по электролиту обратно к меди, который будет разряжать отрицательную пластину — превращать ее активную массу в сернокислый свинец. Способствует саморазряду сурьма, находящаяся в свинцовом сплаве. Окислы свинца и чистый свинец образуют гальваническую пару.

2. Тяжелая серная кислота при длительном хранении опускается на дно, в результате этого возникает выравнивающая *эдс* между слоями с высокой и низкой плотностью электролита.

3. При приготовлении электролита вместе с серной кислотой и водой вносятся посторонние примеси, которые способствуют саморазряду.

4. Заправка электролита, не соответствующего техническим требованиям.

5. Загрязнение поверхности крышек, что приводит к замыканию выводных штырей.

6. Замыкание разноименных пластин вследствие пробоя сепаратора и коробления пластин.

7. Неудовлетворительное состояние электропроводки (порча изоляции проводов и т. п.).

8. Неисправность или неправильная регулировка реле обратного тока, который нечетко производит отключение аккумулятора от генератора.

Перечисленные причины свидетельствуют о том, что полностью устранить саморазряд нельзя, но его значение можно свести до минимума, если соблюдать правила по уходу и эксплуатации аккумуляторных батарей.

Сульфатация. Образование на пластинах крупных кристаллов сернокислого свинца называется суль-

фатацией. Эти кристаллы закупоривают поры и образуют прочную корку на поверхности пластин, препятствуя проникновению электролита к активной массе.

Признаки сульфатации: аккумуляторная батарея плохо заряжается; повышенное напряжение при заряде и быстрое падение напряжения при разряде; быстрое повышение температуры и понижение плотности электролита; на пластинах беловато-серый налет.

Причины сульфатации: повышенное значение плотности электролита: систематический недозаряд аккумуляторной батареи, в результате этого в растворе постоянно находятся кристаллы сернокислого свинца, которые, укрупняясь, образуют прочную корку; чрезмерное понижение уровня электролита, в результате этого верхняя часть пластин оголяется и, соприкасаясь с кислородом воздуха, сульфатируется; хранение аккумуляторных батарей в разряженном состоянии.

Для предохранения сульфатации необходимо поддерживать аккумуляторную батарею в заряженном состоянии. Для этого следует постоянно проверять степень заряженности ее и при необходимости подзаряжать. Проверять и поддерживать уровень электролита в пределах нормы.

Электролит не должен иметь плотность выше установленной. В противном случае даже в полностью заряженной батарее будут находиться кристаллы сернокислого свинца, которые будут способствовать сульфатации. В летний период необходимо снижать плотность электролита.

При составлении и доливке электролита в аккумуляторы применять только чистую аккумуляторную кислоту и дистиллированную воду.

Устранение сульфатации. Незначительную сульфатацию можно устранить длительной зарядкой батареи при пониженных значениях плотности электролита. Производят это следующим образом: разряжают полностью батарею, выливают электролит и заливают чистую дистиллированную воду или очень слабый раствор серной кислоты (1,04—1,06 *г/см*³) и заряжают силой

тока, равного 0,05 емкости аккумуляторной батареи до тех пор, пока не повысится плотность электролита до 1,1÷1,5 *г/см³*. После этого его заменяют. Так производят до тех пор, пока плотность электролита не перестанет повышаться.

Если во время заряда температура превысит 40°—45°, то необходимо приостановить заряд до тех пор, пока температура не снизится до нормальной.

Выпадение активной массы. Выпадение активной массы происходит от сильной тряски при слабом креплении аккумуляторной батареи; от завышенного напряжения, на которое отрегулирован регулятор напряжения,— *регулировка регулятора напряжения должна соответствовать 2,3—2,4 в на одну банку аккумуляторной батареи* при среднем скоростном режиме работы двигателя и пятидесятипроцентном значении максимальной нагрузки генератора; от большой силы зарядного тока в конце процесса зарядки, когда начинается газовыделение; при замерзании электролита в разряженном аккумуляторе; при повышенной плотности электролита аккумуляторной батареи; вследствие коррозии пластин при использовании химически нечистой серной кислоты; при чрезмерном повышении температуры пластин, которое приводит к короблению пластин. Выпадение активной массы способствует ускоренному саморазряду.

Для устранения его необходимо произвести разборку аккумулятора; выравнить пластины, промыв их в дистиллированной воде; удалить осадок активной массы; заменить негодные сепараторы.

Коробление пластин чаще всего положительных, происходит при зарядке и разрядке большим значением тока; при большом значении плотности электролита и температуры; при замерзании электролита; при сульфатации пластин; понижении уровня электролита. Коробление пластин является одной из причин выпадения активной массы в осадок.

Короткое замыкание пластин происходит вследствие

коробления пластин, выпадения активной массы, пробоя сепараторов.

Окисление выводных штырей — появление на них белого налета сульфата свинца. При окислении увеличивается сопротивление в контактах зажимов аккумулятора, а следовательно, в цепи стартера. В результате этого уменьшается сила тока при включении стартера, который не будет развивать достаточного крутящего момента. Запуск двигателя затруднится.

Устраняется эта неисправность путем зачистки контактных поверхностей наждачной шкуркой.

Утечка электролита происходит при образовании трещин на стенках бака или в банках при плохом закреплении батареи, перегреве или замерзании электролита, при короблении пластин. Уменьшение электролита происходит при выкипании из него воды.

Трещины стенок бака. При наличии трещин происходит утечка электролита. Оголенные пластины, соприкасаясь с воздухом, сульфатируются. Это приводит к уменьшению емкости батареи и создаются условия для коробления пластин.

Наличие трещин во внутренней перегородке бака создает условия для замыкания электролитом разноименных групп пластин двух соседних аккумуляторов, соединенных между собой свинцовой перемычкой. Происходит ускоренный саморазряд аккумуляторов.

Два таких аккумулятора будут работать, как один, и их суммарная *эдс* будет равна 2 *в*, как одного аккумулятора. В подобных случаях бак необходимо заменить исправным.

§ 9. Хранение свинцовых аккумуляторных батарей

Новые и не бывшие в эксплуатации батареи должны храниться в сухом закрытом помещении. Температура воздуха в помещении может быть от 0 до 35°С.

Батареи должны храниться в упакованном или неупакованном виде на стеллажах, при этом не допускается

установка батареи одна на другую без прокладок из фанеры или из картона.

Совместное хранение кислотных и щелочных аккумуляторных батарей не допускается.

Аккумуляторные батареи, находящиеся в эксплуатации, должны храниться только в заряженном состоянии с электролитом. Перед постановкой на хранение батарею необходимо полностью зарядить силой тока нормального заряда, соответствующего 0,1 емкости аккумуляторной батареи, и довести уровень электролита и его плотность до нормы.

Поверхность батареи следует насухо протереть, штыри и межэлементные соединения очистить и смазать тонким слоем вазелина. Хранить батарею следует при температуре не ниже —30°С и не выше-0°С. При пониженной температуре микроэлементы, существующие вследствие наличия примесей в материале пластины и электролита, почти не действуют. Это уменьшает саморазряд отрицательных пластин.

При хранении необходимо ежемесячио проверять плотность электролита и, если она сннзится на 0,03—0,04 единицы плотности, батарею необходимо подзарядить силой тока нормального заряда.

При хранении с температурой выше 0° необходимо через 40—50 дней проводить подзарядку батареи силой тока нормального заряда, а через каждые 6 месяцев батарею подвергнуть циклу заряд — разряд — заряд.

Электролит в батареях, хранящихся при отрицательной температуре, должен быть равеи 1,29—1,31 *г/см*³. При положительной температуре его плотность должна составлять 1,25—1,27 *г/см*³. Повышение плотности электролита приводит в этом случае к повышенному саморазряду и сульфатации, а это сокращает срок службы батареи.

Гарантийный срок службы батарей при эксплуатации их на автомобилях и тракторах, оборудованных реле-регуляторами или эквивалентными зарядными устройствами, соответствует следующим значениям:

1. Для батарей с сепараторами из мипласта или ми-

пора, комбинированными со стекловойлоком, — 24 месяца;

2. Для батарей с сепараторами из мипласта или мипора — 18 месяцев;

3. Для батарей с сепараторами из дерева, комбинированного со стекловойлоком, — 20 месяцев;

4. Для батарей с сепараторами из дерева — 16 месяцев.

Срок службы батарей в эксплуатации гарантируется при условии соблюдения единых правил ухода за аккумуляторными батареями и исправном электрооборудовании автомобилей.

Срок службы при эксплуатации гарантируется для батарей 3МТ-6 и 3МТР-10 не менее одного года и для батарей 3МТ-12 не менее двух лет при условии соблюдения правил эксплуатации.

Аккумуляторные батареи при хранении должны устанавливаться на расстоянии не менее 1 *м* от нагревательных печей и других нагревательных приборов и должны быть защищены от прямых солнечных лучей.

Срок хранения, после которого батареи должны соответствовать всем требованиям стандарта, должен быть для батарей с сепараторами из мипора или мипласта или батарей с сепараторами, комбинированными с ними, не более двух лет, при условии хранения в соответствии с правилами.

Срок хранения батарей с сепараторами из дерева или с сепараторами, комбинированными с деревом, должен быть не более одного года. Для сухозаряженных батарей — также не более одного года.

§ 10. Особенности щелочных аккумуляторов. Сравнительный анализ щелочных и кислотных аккумуляторов

Особенности щелочных аккумуляторов состоят в следующем:

1. В процессе зарядки и разрядки электролит железо-

никелевых аккумуляторов не изменяет плотность, поэтому по электролиту нельзя судить о степени их разряженности. Степень заряженности батареи можно определить ориентировочно по количеству электричества в ампер-часах, которое получил аккумулятор при зарядке (произведение значения тока в амперах на продолжительность зарядки в часах).

2. Батареи не боятся перезарядки, в связи с этим их периодически заряжают независимо от степени заряженности.

3. Батареи допускают зарядку и разрядку большим током. Короткое замыкание не наносит повреждения щелочным батареям.

4. В процессе эксплуатации в электролите железо-никелевых аккумуляторных батарей в результате поглощения уклекислоты накапливаются углекислые соли (карбонаты), при наличии этих солей снижается емкость, поэтому необходима периодическая замена электролита.

Иногда с целью предохранения поглощения электролитом углекислоты из воздуха в корпус аккумулятора заливают несколько миллилитров (30—40) керосина или дизельного топлива. Слой керосина защищает электролит от проникновения в него углекислоты.

6. Ничтожное количество кислоты, попавшее в электролит железо-никелевых батарей, выводит батарею из строя. Для работы с железо-никелевыми батареями необходимы отдельное помещение и посуда (железная или стеклянная).

Особенности, отраженные в п.п. 3 и 2, а также высокая механическая прочность обеспечивают длительный срок службы. Эти батареи могут длительное время храниться. Конструкция этих батарей обеспечивает замену отдельных аккумуляторов.

В связи с тем, что эти батареи допускают большие зарядные токи, их можно заряжать в очень короткий промежуток времени. На зарядных станциях они менее вредны для здоровья человека.

Вес, приходящийся на один киловатт-час электриче-

ской энергии, одинаков для щелочных и кислотных аккумуляторных батарей (около 40 *кг*).

Однако щелочные батареи имеют внутреннее сопротивление большее, чем кислотные. В связи с этим они не могут в режиме стартерной нагрузки пропускать разрядный ток, необходимый для стартерного пуска.

Для обеспечения необходимого разрядного тока емкость батарей увеличивается в два и более раза. Это делает их большими по размерам и весу, что является их недостатком и затрудняет размещение на мобильной машине.

Там, где не требуется большой разрядный ток (для питания радиоаппаратуры и т. п.), эти аккумуляторы успешно применяются, вытесняя другие типы аккумуляторов.

Применение безламельных щелочных аккумуляторов позволит избежать ряд недостатков, которыми обладают ламельные аккумуляторы, а тем самым использовать щелочные аккумуляторы как стартерные.

Глава

ТРЕТЬЯ

ГЕНЕРАТОРЫ И ПРИБОРЫ, РЕГУЛИРУЮЩИЕ ИХ РАБОТУ

Генератор — это электрическая машина, преобразующая механическую энергию в электрическую. На автомобиле, тракторе, комбайне и мотоцикле (мотороллере) они являются основными источниками электрической энергии и питают все установленные потребители, кроме стартерного устройства, и осуществляют подзарядку аккумуляторной батареи при работе двигателя на средних и максимальных оборотах.

По роду вырабатываемого тока генераторы подразделяют на генераторы переменного и постоянного тока.

§ 1. Генераторы постоянного тока

Основными частями генератора являются статор (корпус) и якорь, вращающийся в двух подшипниках, запрессованных в крышках корпуса генератора (рис. 18).

Корпус генератора постоянного тока изготавливают из низкоуглеродистой стали, обладающей хорошей магнитной проницаемостью. В качестве заготовки берут трубу или полосовую сталь с последующей заваркой шва дуговой сваркой. Наружный диаметр корпуса генератора выбирают в соответствии с установленными стандартами 90, 100, 116, 125, 150, 175 *мм*. Протачиваются торцы и внутренняя поверхность корпуса, к которой привертываются полюсные сердечники. Полюсные сердечники изготовлены из специальной ферромагнитной стали, зака-

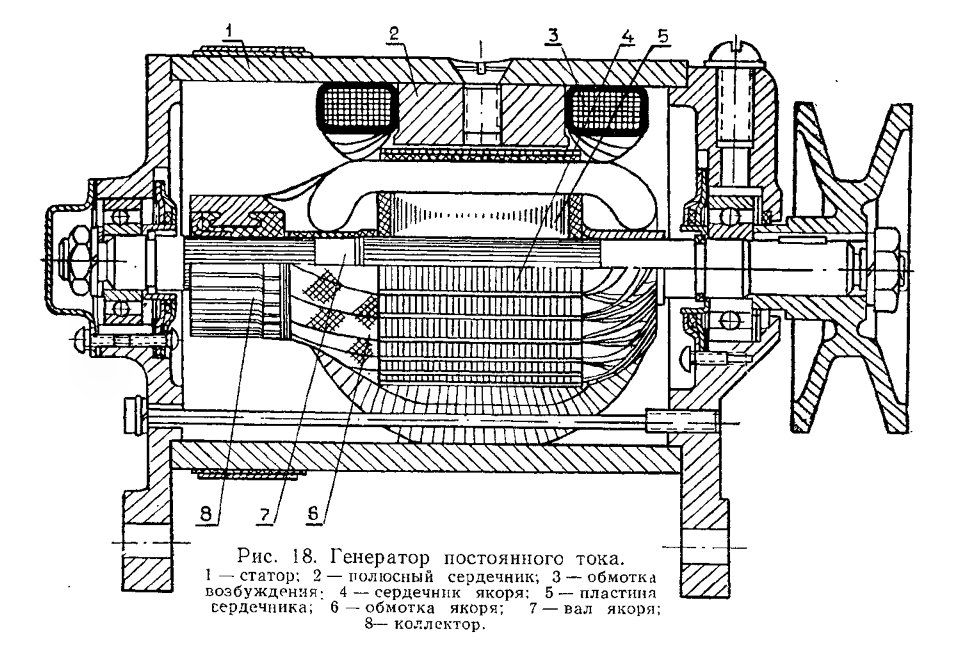


Рис. 18. Генератор постоянного тока.
1 — статор; 2 — полюсный сердечник; 3 — обмотка возбуждения; 4 — сердечник якоря; 5 — пластина сердечника; 6 — обмотка якоря; 7 — вал якоря; 8— коллектор.

ленной на мартенсит. Они обладают остаточным магнетизмом.

Передняя и задняя крышки, в которые устанавливаются подшипники, отливаются из чугуна или легких сплавов.

На полюсные сердечники устанавливаются катушки обмотки возбуждения из медного провода ПЭ или ПЭЛ. Для предупреждения замыкания катушек обмотки возбуждения на массу при нагревании или механическом повреждении изоляции катушки обмотки возбуждения оплетают хлопчатобумажной тафтяной лентой и пропитывают их изоляционным лаком.

В двухполюсных генераторах катушки соединяются между собой последовательно. В четырехполюсных генераторах Г8, Г8В, Г-66 и других обмотка возбуждения разделена на две параллельные ветви. В каждой ветви последовательно соединены по две катушки.

По схеме включения обмоток возбуждения электрические генераторы постоянного тока различают: 1) с параллельным возбуждением; 2) с последовательным возбуждением; 3) со смешанным возбуждением и 4) с независимым возбуждением.

Автотракторные генераторы в основном выпускаются с параллельным возбуждением. Особенностью таких генераторов является сравнительно небольшое изменение напряжения при изменении нагрузки. Кроме того, параллельное возбуждение упрощает схему автоматического регулирования вследствие изменения напряжения при изменении числа оборотов генератора.

Один конец обмотки возбуждения соединяется с отрицательной щеткой и массой, а другой с изолированным от массы зажимом Ш.

Якорь генератора состоит из вала, сердечника, обмотки якоря и коллектора.

Сердечник якоря набирается из штампованных пластин электротехнической стали толщиной 0,5 *мм*, напрессованных на рифленый вал. Для уменьшения потерь на вихревые токи пластины изолируются друг от друга специальным лаком или окалиной.

В пазах сердечника якоря закладывают изоляцию из электрокартона или леотероида и наматывают обмотку. Обмотка двухполюсных якорей наматывается станками, четырехполюсных — вручную. Последняя менее производительная, а потому дороже. Это является причиной того, что автотракторные генераторы выпускаются, как правило, двухполюсными.

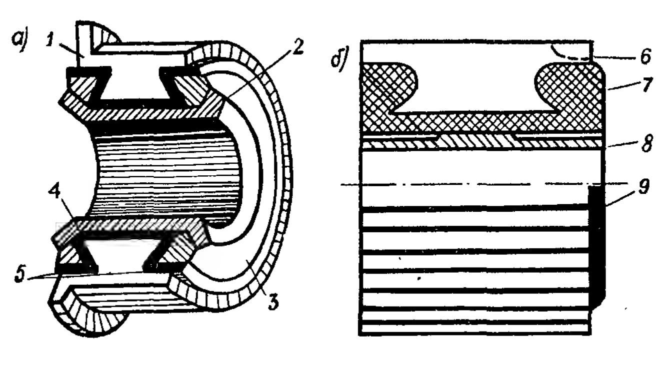


Рис. 19. Коллектор в разрезе:

а — в металлической втулке; *б* — в пластмассовой втулке; *1* — пластина; *2* — стальная втулка; *3* — фасонная шайба; *4* — прессшпановая втулка; *5* — миконитовая манжета; *6* — пластина; *7* — пластмассовая втулка; *8* — цинковая втулка; *9* — миканитовая изоляция.

Коллектор набирается из пластин, штампованных из профилированной полосовой меди с профилем, имеющим форму ласточкина хвоста. После сборки коллектор протачивается. Эти пластины собирают на втулке с коническими нажимными кольцами. Для закрепления колец концы внутри развальцовываются. Пластины изолируют одну от другой, а также от втулки и нажимных колец миканитовыми прокладками. Собранный коллектор напрессовывается на рифленый вал.

В генераторах Г-22, Г-101, Г-21 и других коллекторные пластины заделаны в пластмассовой втулке (рис. 19).

Якорь вращается в шарикоподшипниках, закрепленных в крышках. Консистентная смазка закладывается в подшипники при сборке генератора, ее запаса хватает на 40—50 тыс. *км* пробега и в процессе эксплуатации, как правило, дополнительной смазки не требуется.

Крышки автомобильных генераторов имеют отверстия, через которые может проходить воздух и охлаждать якорь и катушки возбуждения. Для увеличения интенсивности воздушного потока шкив привода генератора отливается с ребрами, образующими центробежный вентилятор.

В противоположность автомобильным генераторам тракторные и комбайновые генераторы не имеют устройств для вентиляции. Это вызвано тем, что условия сельскохозяйственного производства отличаются большой запыленностью. Отсутствие вентиляции увеличивает степень нагрева обмоток возбуждения и обмоток якоря. Это уменьшает мощность генератора. При прочих равных условиях тракторные генераторы имеют на 25—35% меньшую мощность по сравнению с автомобильным.

Тракторные генераторы массового производства выполняются на базе автомобильных, поэтому они отличаются лишь крышками и максимальным значением тока, на который регулируется ограничитель тока.

К передней крышке генератора с внутренней стороны прикреплены щеткодержатели, в которых устанавливаются щетки. В автотракторных генераторах постоянного тока обычно применяются щеткодержатели реактивного типа (рис. 20), позволяющие улучшить прилегание щеток к коллектору и уменьшить под ними искрение. Такие щеткодержатели имеют три стенки, а вместо четвертой упор, который предохраняет выпадение щетки. Между щеткой и упором необходимо наличие зазора 0,5÷0,8 *мм,* который бы предотвратил зависание щетки.

Щетка в таком щеткодержателе устанавливается не

по радиусу коллектора, а наклонена навстречу вращения под углом в 26—28° и прижимается пружиной. Такая конструкция щеткодержателя уменьшает колебание щеток, а следовательно, и искрение.

Щетки изготавливаются из смеси графита с медью

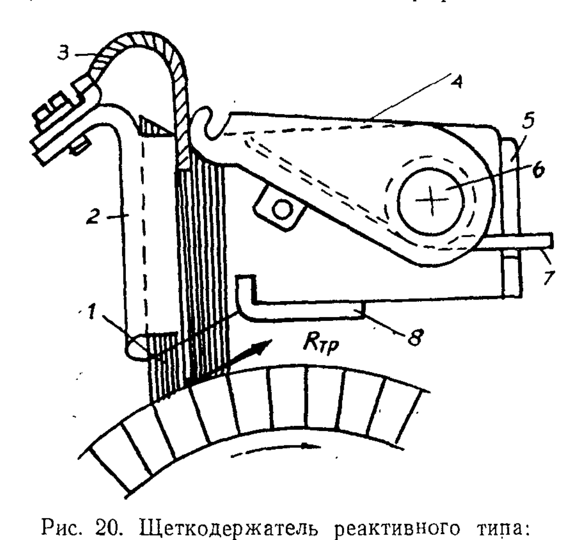


Рис. 20. Щеткодержатель реактивного типа:

1 — щетка; *2* — передняя стенка; *3* — медный канатик; *4* — рычаг; *5* — корпус; *6* — ось рычага; *7* — пружина рычага; *8* — упор.

или другими элементами, которые снижают омическое сопротивление и повышают антифрикционные качества. Щеткодержатель положительной щетки изолирован от массы генератора изоляционной прокладкой. К нему крепятся провод положительной щетки и провод от зажима *Я*, который также изолирован от массы. Отрицательная щетка и щеткодержатель не изолированы от

массы. Обмотка возбуждения одним концом соединена с изолированной клеммой *Ш* — (шунт), наматывается на один, а затем переводится на другой полюсной башмак и крепится винтом к щеткодержателю.

Таким образом, на корпусе генератора имеются три клеммы: клемма *Я*, клемма *Ш* и клемма *М*. Клемма *Я* имеет больший диаметр, чем клемма *Ш*.

Устройтво, контролирующее и регулирующее работу генератора (реле-регулятор), изолировано от массы автомобиля или трактора. В связи с этим для подключения приборов реле-регулятора к генератору, имеющийся зажим *М* генератора соединяется с зажимом *М* реле-регулятора.

Следует уделять особое внимание надежности соединения массы генератора и реле-регулятора. При недостаточном контакте или отсутствии его появляются неисправности в зарядной цепи, которые в конечном итоге приводят к серьезным неисправностям реле-регулятора и генератора.

§ 2. Работа генератора постоянного тока

После сборки нового генератора постоянного тока его подключают к источнику постоянного тока по схеме подключения генератора для проверки его работы в режиме электродвигателя (рис. 21).

При прохождении тока через обмотки возбуждения в сердечнике создается магнитный силовой поток, пересекающий якорь. Часть этого потока остается и после отключения тока, вследствие того, что башмаки изготовлены из материала, обладающего остаточным магнетизмом.

При вращении якоря генератора этот небольшой магнитный силовой поток пересекается проводами якоря генератора. В них индуктируется ток, который идет через щетки на обмотку возбуждения генератора, возбуждая дополнительный магнитный силовой поток. Этот магнитный силовой поток усиливает поток остаточного маг-

Таблица 3

Основные технические данные автотракторных 12-вольтовых генераторов постоянного тока

Марка генератора	Применение (основные марки автомобилей и тракторов)	Мощность, *вт*	Макс. сила тока нагрузки, *а*	Сила тока холост. хода при работе в режиме электродвиг., *а* не более	Сила давления пружины на щетку, *Г*	Начальная скорость возбуждения об/мин не более		Тип реле регулятора
						без нагрузки	с номинальной нагрузкой	
Г-130	ЗИЛ-130, ГАЗ-53, ГАЗ-66	350	28	6	1200—1700	—	2550	РР-130
Г-12В	ЗИЛ-164А, ЗИЛ-157, КАЗ-600	225	18	5	1200—1700	—	1750	РР-24Г
Г-108	»	250	20	5	600—800	—	—	»

Г-21Г	ГАЗ-51А	225	18	5	1250—1750	825	1450	»
Г-21Б	«Урал-355М»	225	18	5	1250—1750	940	1500	»
Г-12	М-21 «Волга»	250	20	5	800—1250	940	1750	РР-24
Г-20	ГАЗ-69, УАЗ-69	220	18	5	1350—1500	825	1450	РР-24Г
Г-22	«Москвич-403»	200	16	5	800—1250	1550	2400	РР-102
Г-22	«Москвич-407»	200	16	5	800—1250	1550	2400	РР-24Г
Г-108М	«Москвич-408»	250	20	5	600—800	—	—	РР-24Г
Г-51	«Урал-375»	440	35	12	1200—1700,	1100	1900	РР-51
Г-114	ЗАЗ-965	160	13	5	—	1800	3000	РР-109
Г-214А1	ДТ-75	180	15	5	600—800	—	—	РР-315ДГ
Г-115	Т-40, МТЗ-50, МТЗ-52	160	13	5	600—800	—	—	РР-315Б

нетизма. Вследствие этого увеличивается значение *эдс* на зажимах генератора.

Когда произойдет самовозбуждение генератора, возрастание *эдс* можно считать пропорциональным числу оборотов генератора. Основные данные генераторов приведены в табл. 3

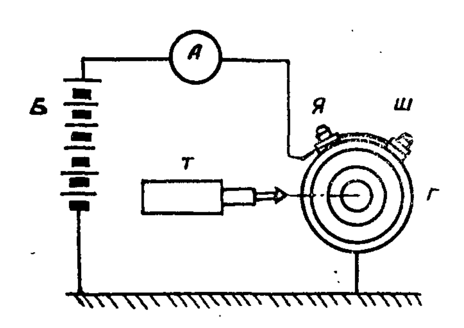


Рис. 21. Схема подключения приборов для проверки генератора в режиме электродвигателя: *А* — амперметр; *Б* — батарея; *Г* — генератор; *Т* — тахометр; *Я* и *Ш* — клеммы генератора.

§ 3. Генераторы переменного тока с постоянными магнитами

Основными частями генератора являются: ротор *1* и статор *2* (рис. 22). Ротор представляет собой постоянный магнит, вращающийся вокруг своей оси симметрии.

Статор образован корпусом генератора, имеющего внутри себя башмаки *3*, служащие сердечниками катушек.

Когда ротор занимает положение, как показано на

рис. 22, магнитные силовые линии стремятся замкнуться по линии меньшего сопротивления, проходя через сердечники катушек и корпус статора. При этом они выходят из северного полюса и входят в южный. Если повернуть сердечник в положение, показанное на рис. 22б, магнитный силовой поток исчезает из первоначального положения и возникает в новом. При дальнейшем повороте ротора (рис. 22в) магнитный поток снова замыкает через корпус, но направление входа и выхода магнитных силовых линий изменяется.

Таким образом, в сердечниках и корпусе генератора магнитный силовой поток периодически изменяет свое направление, исчезая и возникая вновь. При исчезновении и возникновении магнитного потока происходит пересечение магнитными силовыми линиями сердечников. В результате этого в намотанных на них катушках индуктируется электродвижущая сила, значение которой изменяется от нуля до максимума. Вместе с периодическим изменением направления магнитных силовых линий изменяется и направление электродвижущей силы. Ток, направление которого периодически изменяется, называется переменным.

Максимальное значение электродвижущей силы зависит от значения магнитного потока и скорости исчезновения магнитных силовых линий. Обычно постоянные магниты имеют шесть полюсов, а статоры имеют шесть или двенадцать сердечников; электродвижущая сила шесть или двенадцать раз возникает и исчезает в их обмотках.

Если последовательно в обмотку сердечника включить какой-либо потребитель, то по ней пойдет ток. Для увеличения напряжения в цепи потребителя обычно включаются две обмотки сердечника последовательно, таким образом, чтобы в них одновременно наводилась *эдс* одного направления. Общая *эдс* будет увеличена вдвое.

Каждая пара таких обмоток имеет свои клеммы, к которым подключаются потребители. Такое подключение обеспечивает питание каждого потребителя от от-

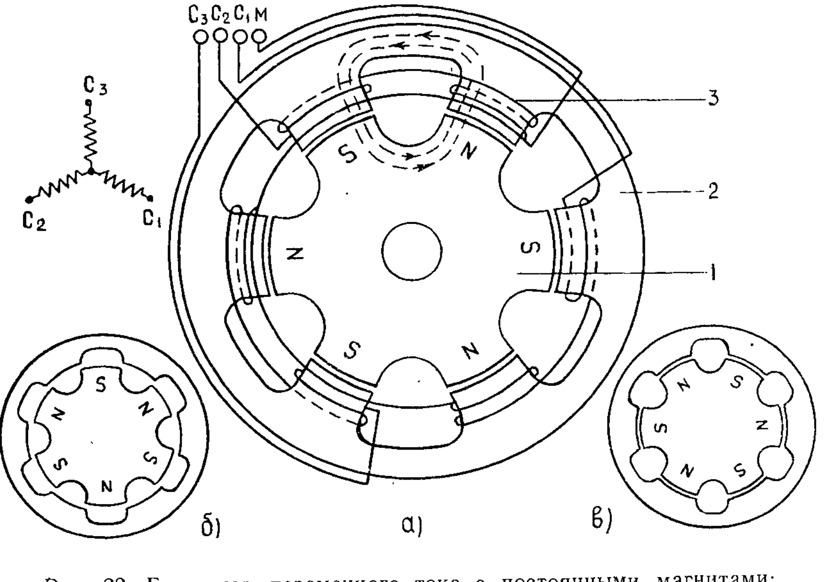


Рис. 22. Генератор переменного тока с постоянными магнитами:
1 — ротор; *2* — статор; *3* — обмотки катушек сердечников статора.

дельных клемм, что предохраняет их от порчи при повышенном числе оборотов.

Генераторы переменного тока с постоянными магнитами имеют ценное качество, которое заключается в том, что они с увеличением оборотов поддерживают постоянное напряжение. Это свойство называется саморегулированием. Оно проявляется тогда, когда активное сопротивление, зависящее от сопротивления потребителя (чем больше мощность потребителя, тем меньше его сопротивление), очень мало по сравнению с индуктивным, зависящим от числа оборотов ротора. Иначе говоря, когда в секцию включена номинальная нагрузка, напряжение на зажимах потребителя при достижении ротором генератора определенного числа оборотов остается постоянным.

Следовательно, такой генератор может работать нормально лишь при определенной нагрузке. Это явилось причиной того, что каждая пара секций имеет свой отдельный вывод, к которому подключаются лампочки или другие какие-либо потребители определенной мощности.

Например, генератор Г-46 имеет 12 катушек, соединенных попарно в виде 6 секций, т. е. генератор состоит как бы из 6 отдельных генераторов.

Однако при работе генератора на более низких оборотах напряжение на его зажимах не достигает номинального значения. В связи с этим на холостых оборотах двигателя лампочки светят слабо, а при максимальных очень сильно. Это создает неудобство в связи с тем, что такие генераторы не обеспечивают нормальную работу потребителей даже на тракторах, где число оборотов коленчатого вала двигателей изменяется в сравнительно небольших пределах.

С целью поддержания определенного напряжения на зажимах генератора при изменении числа оборотов ротора иногда применяют центробежные регуляторы.

Ротор такого генератора (рис. 23) состоит из нескольких кольцеобразных магнитов с клювообразными наконечниками, выполняющими роль полюсов. Один из таких кольцеобразных магнитов имеет скользящую посадку

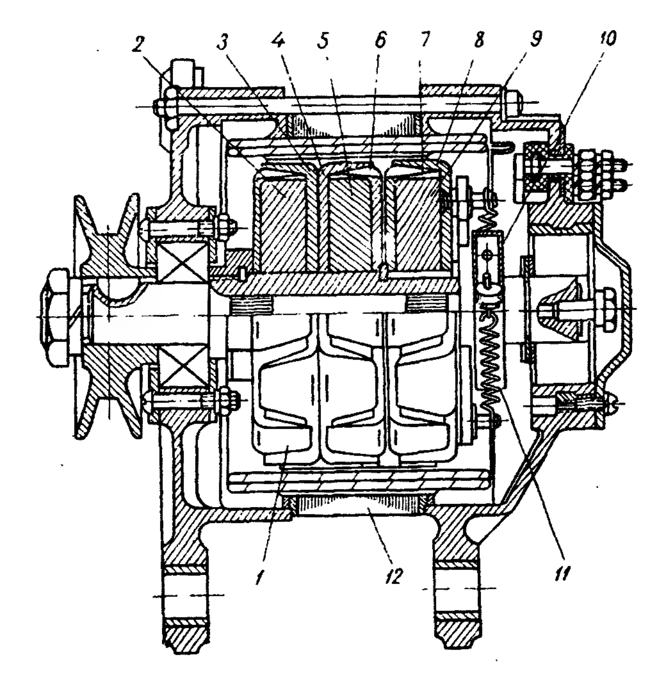


Рис. 23. Генератор ГТ1-А с постоянным магнитом и центробежным регулятором:

1, 3, 4, 6, 7 и *8* — стальные шайбы с наконечниками; *2* и *5* — постоянные магниты, закрепленные шпонками на валу; *9* — постоянный магнит, насаженный свободно на вал генератора; *10* — грузики; *11* — пружины грузиков; *12* — статор.

на валу ротора и может повертываться вместе с наконечниками на некоторый угол под действием центробежной силы грузиков регулятора.

При отсутствии центробежной силы грузики под дей-

ствием пружины прижимаются к валу генератора и все наконечники магнитов располагаются по образующим, т. е. северные полюсы располагаются на одних прямых, а южные — на других.

При увеличении числа оборотов ротора величина *эдс,* возникающая в обмотках статора, увеличивается. Для поддержания ее в определенных пределах необходимо уменьшать магнитный поток, идущий от магнитов якоря. Это осуществляется за счет смещения подвижного магнита при перемещении грузиков под действием центробежной силы. Благодаря этому суммарный магнитный поток всех магнитов уменьшается, а следовательно, уменьшается и индуктированная *эдс.*

На рис. 23 показан генератор ГТ-1А с постоянными магнитами и регулятором, которые применяются на тракторах Челябинского завода.

Генераторы переменного тока с постоянными магнитами применяются и на некоторых марках мотоциклов. Обмотка мотоциклетных генераторов разделяется на две отдельные цепи: одна цепь питает систему зажигания, а другая осветительные лампы. Как правило, такая система электрооборудования не включает в себя аккумулятор. Если имеется аккумулятор, он заряжается через селеновый выпрямитель.

§ 4. Генераторы переменного тока с электромагнитным возбуждением

В настоящее время все более широкое применение находят генераторы переменного тока с электромагнитным возбуждением. Они применяются на автобусах, тракторах и на автомобилях. Это объясняется тем, что они имеют ряд положительных качеств, которыми не обладают генераторы постоянного тока (см. § 6).

Генератор переменного тока с электромагнитным возбуждением состоит из статора (рис. 24) и ротора, которым является не постоянный магнит, а электромагнит. Поледнее позволяет создать более сильное магнит-

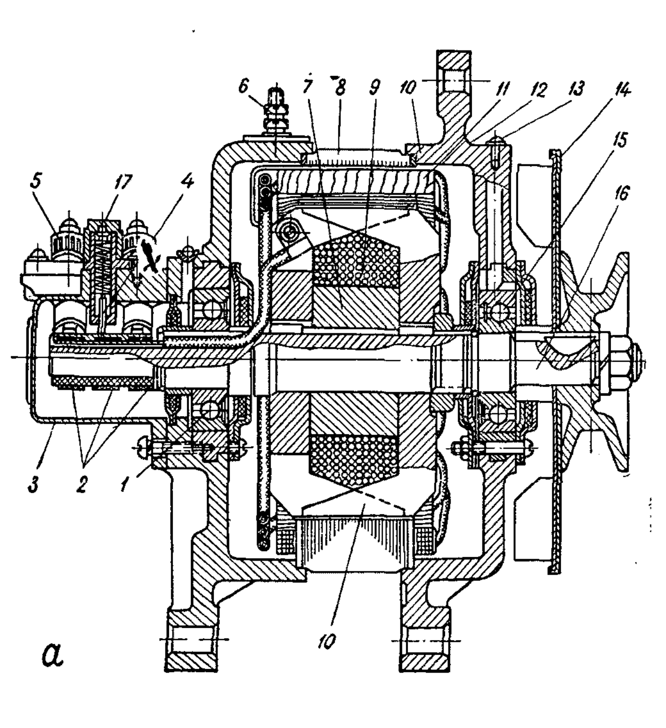
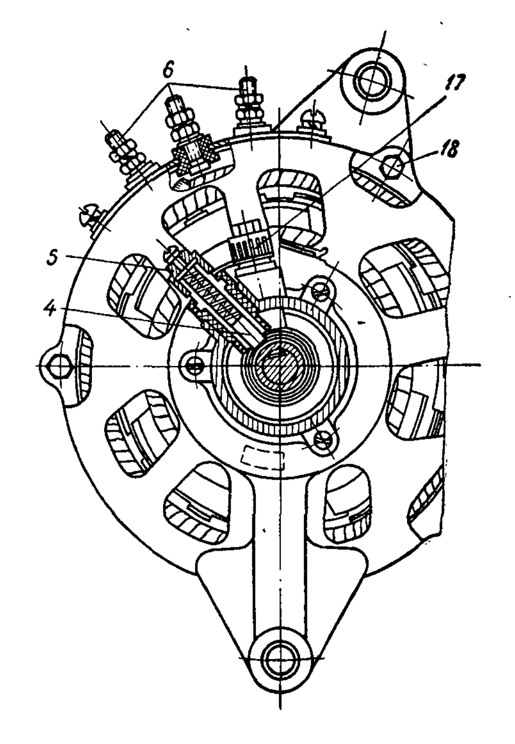


Рис. 24а — генератор переменного тока с

1 и *15* — шариковые подшипники; *2* — контактные кольца; *3* и *12* — крышки; *4* — *щетка*; *5* — *щеткодержатель изолированной* щетки: *6* — зажимы фаз обмотки статора; *7* — стальная втулка;



электромагнитным возбуждением Г2-Б:

8 — сердечник статора; *9* — обмотка возбуждения; *10* — шестиполюсные стальные наконечники; *11* — обмотки статора; *13* — масленка; *14* — крыльчатка шкива; *15* — вал ротора; *17* — *щеткодержатель массовой щетки*; *18* — *стяжной болт*.

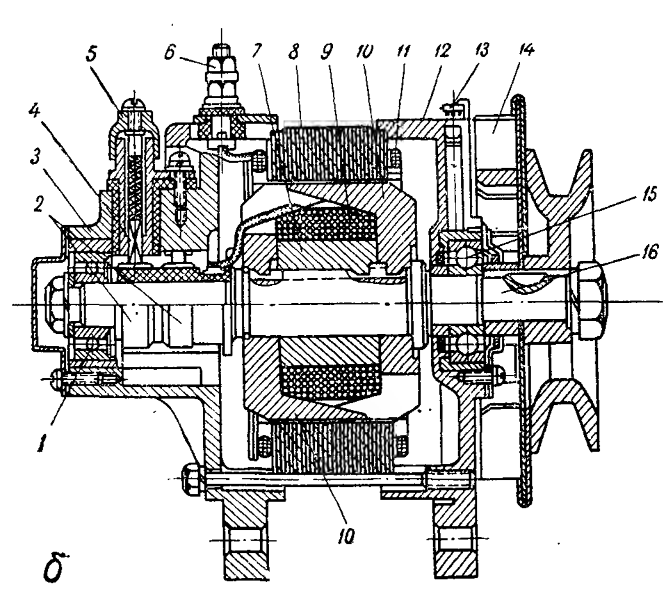
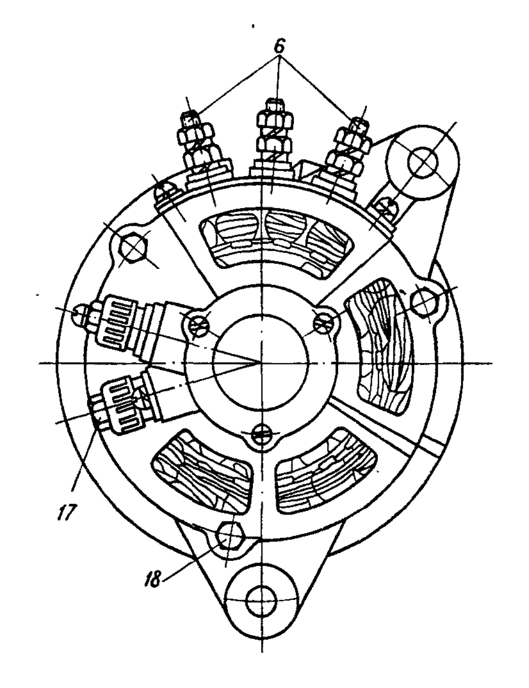


Рис. 24б - генератор Г253.

ное поле и автоматически изменять его значение в зависимости от режима работы генератора, т. е. числа оборотов и нагрузки, поддерживая постояниую *эдс* генератора.

Статор генератора переменного тока собран из отдельных пластин листовой электротехнической стали толщиной 0,5 *мм*, изолированных друг от друга лаковым покрытием. Он имеет 18 равномерно расположен-



ных по окружности пазов, в которые уложена трехфазная обмотка переменного тока. Обмотка статора катушечная. Катушки соединены в три группы. Каждая группа образует фазу. Фазы соединены в звезду (рис. 25).

Ротор состоит из вала с контактными кольцами, стальной втулки, несущей обмотку возбуждения, и двух шестиконечных клювообразных полюсных наконечников,

образующих 12 полюсов с чередующейся магнитной полярностью.

Выполняется обмотка возбуждения из медной эмалированной проволоки диаметром 0,6—1 *мм* и числом витков 550—700. В мощных генераторах для уменьшения тока, проходящего через контакты токосъемного устройства и регулятора напряжения, иногда обмотку возбуждения разделяют на две, каждая из которых имеет по 500—600 витков диаметром провода 0,7—0,8 *мм*. Магнитные потоки обеих катушек действуют в одном направлении. Катушка обмотки возбуждения генератора надевается на стальную втулку, которая устанавливается на валу ротора между двумя шестиполюсными стальными клювообразными наконечниками (рис. 24).

На валу наконечники закрепляются посредством гаек. Наконечники одной половины ротора с северной магнитной полярностью входят между наконечниками второй половины ротора с южной магнитной полярностью. Концы катушки обмотки возбуждения припаиваются к двум контактным кольцам, напрессованным на изолированную втулку.

Если обмотка возбуждения разделена на две катушки, то к одному из колец припаивается два конца катушек. два других конца припаиваются к отдельным медным кольцам. Таким образом, если обмотка возбуждения состоит из одной катушки, то имеются два контактных кольца, а если обмотка возбуждения состоит из двух катушек, то имеется три контактных кольца.

К обмотке возбуждения через контактные кольца ротора подводится напряжение от аккумуляторной батареи или выпрямителя через щеткодержатель массовой неизолированной щетки и щеткодержатели изолированных щеток. Щетки изготавливаются из графита. Они прижимаются к контактным кольцам пружинами. Щеткодержатели изолированных щеток соединяются проводами с соответствующими зажимами реле-регулятора. Щеткодержатели устанавливаются в приливах крышки генератора, которые отливаются из алюминиевого сплава и крепятся к статору тремя болтами.

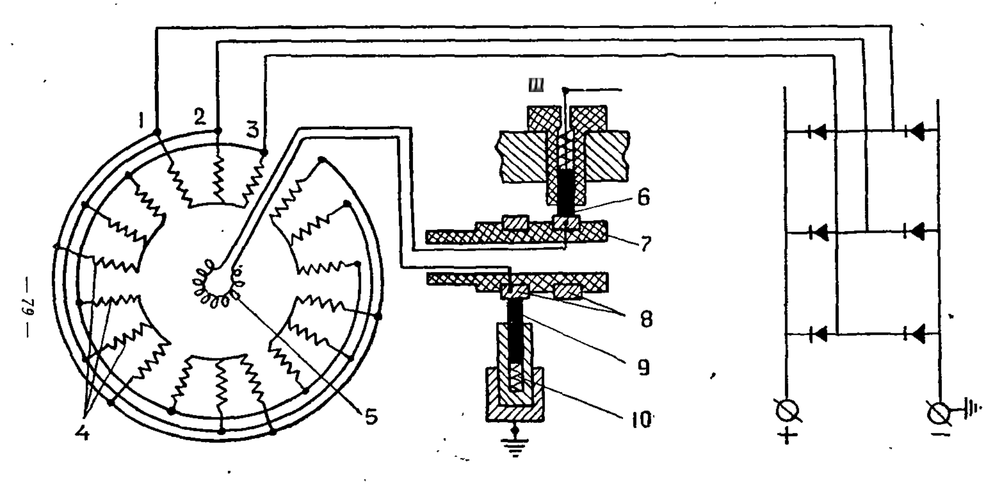


Рис. 25. Схема генераторной установки переменного тока:

1, 2, 3 — клеммы; *4* — обмотки статора; *5* — обмотка возбуждения якоря; *6, 9* — щетки; *7* — изоляционная втулка; *8* — контактные кольца; *10* — пружина.

§ 5. Возбуждение генератора переменного тока

При работе генератора переменного тока обмотка возбуждения питается постоянным током и создает вокруг ротора сильный магнитный поток. При вращении ротора генератора под каждой катушкой статора проходит то северный, то южный полюс ротора, в результате чего магнитный поток, пронизывающий обмотки статора, изменяет свое значение и направление. В них индуктируется *эдс,* периодически изменяющаяся по величине и направлению.

В начале работы генератора, когда обороты его ротора, а следовательно, и напряжение генератора малы, обмотка возбуждения ротора питается от аккумуляторной батареи. По мере увеличения оборотов ротора генератора, когда его напряжение станет выше напряжения батареи, обмотка возбуждения будет питаться от генератора через выпрямитель.

Подводимый к выпрямителю переменный ток будет преобразовываться в постоянный и питать все потребители через клеммы «+» и «—».

В зависимости от числа оборотов коленчатого вала двигателя частота переменного тока в обмотках статора изменяется в интервале от 50 до 500 пер./сек.

Напряжение генератора зависит от скорости вращения ротора, величины магнитного потока ротора и от значения тока, отдаваемого генератором.

§ 6. Сравнительная оценка генераторов переменного и постоянного тока

Применение генераторов постоянного тока на автомобилях и тракторах в основном связано с тем, что ток, получаемый от генератора, не требует какого-то устройства для выпрямления его, а сразу же может быть использован для зарядки аккумуляторной батареи. Однако наличие коллекторного устройства создает ряд трудностей в эксплуатации таких генераторов.

1. Ток в обмотках якоря постоянно изменяется, вызывая изменение магнитного поля и появление токов самоиндукции, в результате чего в контактах щеток и коллектора возникает искрение и обгорание контактных поверхностей.

2. Коллектор не гладкий, а состоит из пластин, которые быстро изнашивают щетки. Изоляция пластин часто нарушается. Все это приводит к неисправностям генератора.

3. Через контакты щеток и коллектора проходит весь ток генератора, считая в том числе и ток возбуждения. Это приводит к быстрому износу щеток генератора и всего коллекторного устройства, особенно при большой скорости вращения якоря.

4. Щеточное устройство очень чувствительно к загрязнению. Это особенно важно для машин, работающих в условиях сельскохозяйственного производства.

5. В настоящее время многие мобильные машины нуждаются в генераторах большей мощности, имеющих небольшие размеры и вес. Этого не могут обеспечить генераторы постоянного тока.

Указанные выше трудности могут быть устранены, если использовать генераторы переменного тока. В этих генераторах обмотки, в которых индуктируется переменный ток, располагаются в статоре, поэтому они не нуждаются в контактных устройствах коллекторного типа. Вывод тока из обмотки в таких генераторах производится через неподвижные контактные зажимы.

В случае подвода тока возбуждения в обмотку ротора (для генераторов с электромагнитным возбуждением) контактное устройство работает более надежно, так как: 1) кольца гладкие; 2) через контакты проходит ток небольшого значения, необходимого для возбуждения магнитного потока; 3) искрение таких контактов меньше, так как они не участвуют в выпрямлении тока, а являются лишь скользящими контактами токосъемного устройства.

Кроме того, скорость вращения ротора генератора переменного тока (с электромагнитным возбуждением)

Технические данные	Генера		
	Г-46	ГТ1-А	Г-301
Установлен (основные марки автомобилей и тракторов)	МТЗ-5 Т-38	Т-125	Т-4
Номинальное напряжение, *в*	12	12	12
Мощность, *вт*		300	250
Номинальный ток, *а*		25	20
Скорость вращения генератора (в горячем состоянии) в об/мин. при номинальной нагрузке			
Давление пружин на щетки, *г*			
Работает с выпрямителем	—	В100-Б	ВС301
Работает с реле-регулятором	Саморегулирование	Центробежный	РР-301

может быть значительно большей, чем у генератора постоянного тока, так как она ограничивается только надежностью работы и износом подшипников и ременного привода. В таких генераторах ток требуемого значения получается при работе двигателя на холостых оборотах. В результате этого генераторы переменного тока имеют значительно меньший вес и объем, чем генераторы постоянного тока той же мощности.

Недостатком генераторов переменного тока является необходимость включения в зарядную цепь устройства для преобразования переменного тока в постоянный.

Таблица 4

генераторов переменного тока

торы				
Г-285	Г-501	Г2-Б Г2-Н	Г-253	Г-256
К-700	ЗАЗ-966	ЗИЛ-158 ЛАЗ-695	ПАЗ-652	ЛАЗ-699А
12	12	12,5	12,5	12,5
1000	250	750	475	1250
80	20	60	38	100
3500	2600	1850	2600	1600
150—200	150—200	150—200	150—200	150—200
В150	В310	РС300-А	РС310	РС320
РР-385Б	РР-310	1Р5	РР-115	РР-122

Эти устройства имеют ряд собственных недостатков, касающихся их долговечности и надежности работы.

Однако такие генераторы в силу большого количества положительных качеств начинают получать все более широкое применение, которое оправдывается экономически.

Кроме того, в настоящее время для выпрямления переменного тока начинают применяться кремневые диоды, которые могут быть встроены непосредственно в корпусе генератора. Это позволило бы повысить надеж-

ность генераторов, сделать установку компактной, сократить вес и снизить расход монтажных проводов.

§ 7. Приборы, регулирующие работу генератора. Обоснование необходимости их установки

В системе электрооборудования имеются приборы, которые осуществляют поддержание определенного постоянного напряжения на зажимах генератора, защищают его от перегрузок и производят его подключение (отключение) к потребителям, когда напряжение на его зажимах становится выше или ниже *эдс* аккумуляторной батареи.

Все эти приборы объединяются в одном устройстве, которое называется реле-регулятором.

Регулирование напряжения на зажимах генератора. Необходимость регулирования. Автомобильные и тракторные двигатели работают в широком диапазоне изменения числа оборотов коленчатого вала двигателя — от оборотов холостого хода до максимальных оборотов. Потребности в электрической энергии на всех режимах остаются практически одинаковыми. В связи с этим к генераторам предъявляются требования, в силу которых они должны вырабатывать ток требуемых параметров на всех режимах работы двигателя.

На современных автомобилях число оборотов в минуту якоря генератора, когда он должен вырабатывать номинальное напряжение, изменяется от 1000 до 11000, на тракторах и комбайнах — от 1000 до 6000.

Если учесть, что напряжение на зажимах генератора изменяется пропорционально оборотам якоря, то при максимальном числе оборотов двигателя оно достигло бы значения, превышающего номинальное в 6—10 раз. Это вывело бы все потребители из строя. Для поддержания постоянного напряжения каждый генератор должен иметь устройство, регулирующее напряжение при изменении оборотов двигателя.

Принцип регулирования напряжения. По закону Фарадея электродвижущая сила на зажимах генератора прямо пропорциональна числу оборотов генератора и значению магнитного потока.

$$E = Cn\Phi,$$

где n — число оборотов генератора,
Φ — магнитный поток;
C — постоянная величина, зависящая от параметров генератора.

Магнитный поток зависит от значения тока $J_в$, проходящего через обмотки возбуждения. С увеличением его магнитный поток увеличивается. Следовательно, если пренебречь значением падения напряжения внутри генератора, то напряжение на его зажимах выразится формулой:

$$U_2 = C_1 I_в n.$$

Из этого выражения следует, что напряжение на зажимах генератора с увеличением оборотов якоря и тока в обмотках возбуждения увеличивается.

Для поддержания напряжения постоянным необходимо и достаточно с изменением оборотов изменять значение тока в обмотках возбуждения. Значение тока зависит от сопротивления обмотки возбуждения. Если ввести сопротивление в цепь обмотки возбуждения, уменьшится значение тока, проходящего через обмотку.

Таким образом, принцип регулирования напряжения на зажимах генератора состоит в изменении значения тока в обмотке возбуждения при изменении оборотов генератора путем введения добавочного сопротивления.

Схема регулирования. Объектом регулирования является напряжение на зажимах генератора. Регулирующим органом является устройство, позволяющее изменять сопротивление в цепи обмотки возбуждения генератора. Следящее устройство должно иметь связь с объектом регулирования, воспринимать изменение напряжения и воздействовать на регулирующий орган. В качестве такого чувствительного органа может быть обмотка возбуждения электромагнита регулятора напря-

жения, которая включается параллельно потребителям электроэнергии и обмоткам возбуждения генератора.

Регулирующим органом является электромагнит регулятора напряжения, который осуществляет размыкание контактов регулятора при увеличении напряжения в обмотке возбуждения электромагнита, а следовательно, и во всей цепи потребителей энергии.

При размыкании контактов в цепь обмотки возбуждения вводится дополнительное сопротивление, которое резко снижает значение тока в обмотке возбуждения генератора. Последнее приводит к резкому падению напряжения на зажимах генератора. Снижение напряжения вызывает замыкание контактов регулятора напряжения. Так контакты периодически замыкаются и размыкаются, включая и выключая добавочное сопротивление в цепи обмотки возбуждения генератора. Среднее по времени эффективное (действующее) сопротивление будет зависеть от соотношения времени замкнутого и разомкнутого состояния контактов. Если время замкнутого состояния контактов увеличивается, то эффективное сопротивление уменьшается. Это приводит к увеличению значения тока в обмотке возбуждения генератора и напряжения на его зажимах.

Значение добавочного сопротивления выбирается из условия, что при максимальных оборотах контакты регулятора напряжения почти постоянно будут находиться в разомкнутом состоянии.

Требования к работе регулятора напряжения: 1) поддерживать напряжение в определенном интервале при различных оборотах двигателя; 2) частота колебания якорька, осуществляющего замыкание и размыкание контактов регулятора напряжения на зажимах генератора, вследствие замыкания и размыкания контактов регулятора напряжения не должна быть менее 30 герц. Последнее обусловлено тем, что частота колебания света свыше 30 герц не ощущается человеческим глазом, а все установленные на автомобиле, тракторе и комбайне контрольно-измерительные приборы имеют собственную частоту ниже 30 герц.

Ограничитель тока. В процессе работы вследствие подключения различного количества потребителей и различной степени разряженности аккумуляторной батареи ток нагрузки генератора может достигнуть такого значения, что обмотка якоря генератора постоянного тока или статора генератора переменного тока испортится.

Для ограничения тока применяются специальные приборы ограничителя тока. Иногда ограничители тока совмещают с регулятором напряжения. Такие устройства уменьшают напряжение на зажимах генератора с увеличением значения тока нагрузки и применяются для генераторов сравнительно небольшой мощности (малолитражные автомобили, мотоциклы, мотороллеры). Такие регуляторы называются регуляторами с падающей характеристикой.

Принцип ограничения тока. По закону Ома ток равен напряжению, деленному на сопротивление. Следовательно, увеличению значения тока должно предшествовать увеличение напряжения. Снизив напряжение, снизим значение тока. Напряжение снижается введением добавочного сопротивления в цепь обмотки возбуждения генератора.

Таким образом, принцип регулирования тока заключается в том, что при увеличении его значения выше предельного контакты ограничителя тока размыкаются и в цепь обмотки возбуждения генератора вводится добавочное сопротивление.

В регуляторах с падающей характеристикой происходит размыкание контактов регулятора напряжения вследствие прохождения через дополнительную обмотку сердечника регулятора напряжения тока, превышающего максимальное значение.

Чувствительным органом при ограничении значения тока является обмотка, по которой проходит весь ток нагрузки генератора.

Требования к ограничителю тока аналогичны требованиям, предъявляемым к регулятору напряжения.

Реле обратного тока. Это устройство для ав-

томатического подключения генератора к батарее и потребителям, когда его напряжение становится больше *эдс* батареи, и отключения генератора, когда его напряжение падает ниже *эдс* батареи. Это устройство защищает и батарею от чрезмерного разрядного тока.

Чувствительным органом являются две обмотки: основная обмотка и последовательная. Под действием первой обмотки происходит намагничивание сердечника и замыкание контактов реле обратного тока; под действием второй происходит размагничивание сердечника, когда напряжение на зажимах генератора станет ниже *эдс* аккумулятора, и отключение генератора от зарядной цепи.

§ 8. Устройство и действие реле-регулятора РР-24

Реле-регулятор *РР-24* используется для регулирования работы генератора постоянного тока и применяется на многих конструкциях современных автомобилей. Он состоит из трех приборов: регулятора напряжения *РН*, ограничителя тока *ОТ* и реле обратного тока *РОТ* (рис. 26).

Регулятор напряжения состоит из ярма *1*, сердечника *2*, якорька *3* с контактом *4*, пластины *5* неподвижного контакта, магнитного шунта *МШ*, обмотки регулятора напряжения *6*, намотанной на сердечник *2* и включенной последовательно в цепь с сопротивлением 13 *ом*, ускоряющей обмотки *УО* ограничителя тока *ОТ* сопротивлением в 1 *ом*.

Параллельно контактам регулятора напряжения включено добавочное сопротивление *ДС* ($R=80$ *ом*). Сопротивление 13 *ом* называется сопротивлением температурной компенсации *СТК* и ускоряющим сопротивлением и изготовлено из константановой проволоки. Все остальные сопротивления изготовлены из нихромовой проволоки. Проволока наматывается на шнур из стекловолокна, пропитанного специальным лаком. Якорек подве-

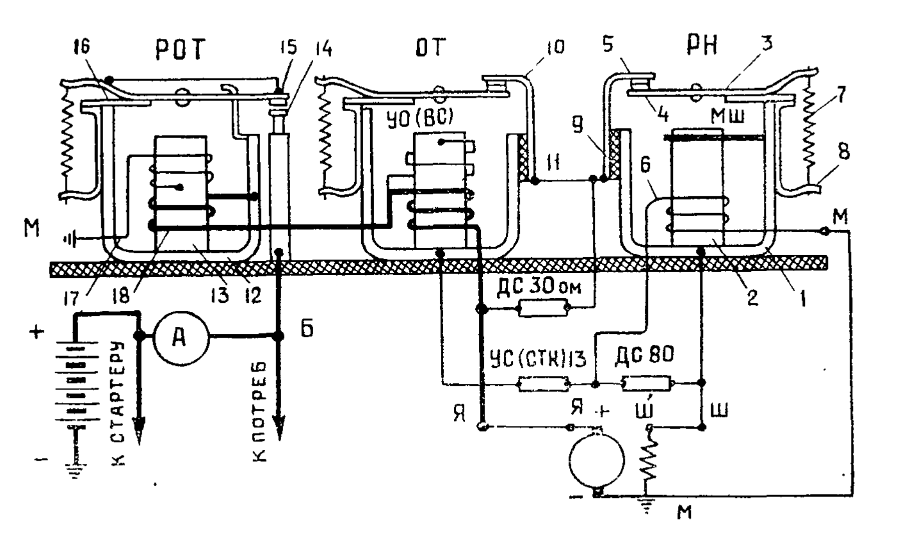


Рис. 26. Схема реле-регулятора РР-24.

шивается на специальной пластине из специальной бронзы. В середине якорька приклепана латунная заклепка, которая предотвращает прилипание якорька к сердечнику. Контакты прилегают под действием пружины с усилием в 200—250 *г*. Это усилие можно регулировать путем отгибания крючка *8*. Пластина неподвижного контакта изолирована от ярма прокладкой *9* и соединена с пластиной неподвижного контакта *10* ограничителя тока *ОТ*, которая также изолирована прокладкой *11* от ярма ограничителя тока.

Ограничитель тока имеет почти такое же устройство, как и регулятор напряжения. Он имеет две обмотки: ускоряющую *УО* и последовательную. Параллельно контактам *ОТ* ускоряющей *УО* и последовательной обмоткам включено сопротивление 30 *ом*. Один конец последовательной обмотки присоединен к зажиму *Я* реле-регулятора, другой — к последовательной обмотке *РОТ*. Ускоряющая обмотка включена таким образом, что по ней проходит ток возбуждения генератора и регулятора напряжения. Поэтому по отношению к регулятору напряжения она выполняет роль выравнивающего сопротивления. Магнитные потоки, создаваемые ускоряющей и последовательной обмотками, направлены в одну сторону при замкнутых контактах *ОТ* и в разные стороны при разомкнутых контактах.

Реле обратного тока состоит из ярма *12*, сердечника *13*, якорька *14* и кронштейна его подвески с пружиной, термобиметаллической пластины подвески якорька к кронштейну, гибкого медного провода, шунтирующего биметаллическую пластину с целью уменьшения нагревания подвески якорька. Имеются две обмотки: параллельная (тонкая) и последовательная (толстая). Один конец последовательной обмотки припаян к ярму, а другой — соединен с концами обмоток ограничителя тока.

Контакты ограничителя тока изготовлены из серебра (верхний) и вольфрама (нижний), реле обратного тока — оба из серебра, регулятора напряжения — оба из вольфрама.

Все приборы установлены на панели из изоляционного материала. Корпус реле-регулятора имеет клемму *М*, соединенную проводом с клеммой *М* генератора.

Реле-регулятор имеет зажим *Б*, соединенный с потребителями и аккумуляторной батареей, зажим *Я*, соединенный с клеммой *Я* генератора, и зажим *Ш*, соединенный с зажимом *Ш* генератора, клемму *М*, соединенную с клеммой *М* генератора.

Работа регулятора напряжения. Когда напряжение на зажимах генератора ниже допустимого, контакты регулятора напряжения замкнуты. Цепь тока обмотки возбуждения генератора проходит следующим образом: минусовая щетка генератора — катушки возбуждения сердечников статора — клемма *Ш* генератора — клемма *Ш* реле-регулятора — ярмо регулятора напряжения — якорек *РН* — замкнутые контакты — соединительная пластина — замкнутые контакты *ОТ* — ярмо и сердечник *ОТ* — ускоряющая обмотка *УО* (выравнивающее сопротивление 1 *ом ВС*) — последовательная обмотка *ОТ* — клемма *Я* реле-регулятора — клемма *Я* генератора и плюсовая щетка.

Цепь тока обмотки регулятора напряжения постоянно проходит следующим образом: минусовая щетка генератора — масса генератора — масса реле-регулятора и припаянный к ней конец обмотки возбуждения регулятора напряжения — кронштейн добавочного сопротивления — сопротивление 13 *ом* — ярмо и сердечник *ОТ* — припаянный конец ускоряющей обмотки *ОТ* — последовательная обмотка *ОТ* — клемма *Я* реле-регулятора — клемма *Я* генератора. Сопротивление обмотки регулятора напряжения 17 *ом*. Общее сопротивление в цепи регулятора напряжения при нормальной температуре 20°С составляет 31 *ом*.

Ускоряющая обмотка (выравнивающее сопротивление 1 *ом*) является участком, по которому проходит ток возбуждения генератора и регулятора напряжения.

При увеличении оборотов якоря генератора увеличивается значение напряжения на зажимах генератора и в обмотке возбуждения регулятора напряжения. С уве-

личением напряжения увеличивается ток в обмотке регулятора напряжения и магнитный поток в сердечнике регулятора напряжения.

Когда напряжение достигнет такого значения, что магнитный поток будет в состоянии преодолеть сопротивление пружины *7*, происходит размыкание контактов регулятора напряжения. Ток обмотки возбуждения генератора пойдет следующим образом: минусовая щетка генератора — обмотка возбуждения — клемма *Ш* генератора — клемма *Ш* реле-регулятора — сопротивления 80 и 13 *ом* — сердечник *ОТ* — ускоряющая обмотка *ОТ* (выравнивающее сопротивление 1 *ом*) — последовательная обмотка — клеммы *Я* реле-регулятора и генератора — плюсовая щетка.

Проходя через сопротивление 80 и 13 *ом*, ток в обмотке возбуждения генератора резко сократится и напряжение на его зажимах уменьшится. Вместе с этим уменьшатся напряжение в цепи обмотки регулятора напряжения и магнитный силовой поток. Пружина *7* преодолеет силу притяжения магнитного потока. Произойдет замыкание контактов регулятора напряжения. Снова будет нарастание напряжения и повторится размыкание контактов.

Таким образом, в цепи возбуждения генератора сопротивление периодически изменяется. При замкнутых контактах регулятора напряжения сопротивление имеет минимальное значение, при разомкнутых — максимальное.

Среднее значение напряжения будет зависеть от соотношения продолжительности разомкнутого и замкнутого состояния контактов *РН*. Характеризуется разомкнутое состояние контактов коэффициентом разомкнутого состояния контактов, который равен отношению времени разомкнутого состояния контактов к сумме времени разомкнутого и замкнутого состояний. Когда контакты не размыкаются, в начале возбуждения этот коэффициент равен 0. При максимуме оборотов контакты почти постоянно находятся в разомкнутом состоянии. Коэффициент равен 1.

Общее сопротивление в цепи возбуждения определится по формуле

$$R_{общее} = R_{ов} + \tau R_{доб},$$

где $R_{общее}$ — эффективное сопротивление в цепи возбуждения генератора;

$R_{ов}$ — сумма сопротивления обмотки возбуждения генератора и выравнивающего сопротивления 1 *ом;*

τ — коэффициент, характеризующий время разомкнутого состояния контактов.

Таким образом, с увеличением оборотов увеличивается сопротивление в цепи возбуждения и уменьшается ток возбуждения.

Ускорение колебания якорька регулятора напряжения. Когда контакты замкнуты, между якорьком регулятора напряжения и сердечником имеется зазор, равный 1,4—1,5 *мм.*

После размыкания этот зазор уменьшается до минимума. При таком минимальном зазоре понадобится незначительное напряжение для удержания контактов в разомкнутом состоянии. Это вызвало бы большие перепады напряжения, которые были бы заметны на глаз. Кроме того, собственная частота колебания контрольных приборов сравнительно невысокая. Для того, чтобы все приборы работали нормально и изменения напряжения не могли сказываться на ощущении качества света, необходимо и достаточно, чтобы частота колебания якорька регулятора напряжения была выше собственной частоты приборов и превышала предел, когда человеческий глаз замечает колебания света. Частота колебания должна быть не менее 30 *гц.*

Для увеличения частоты колебания в регуляторе РР-24 сопротивление 13 *ом* включается по схеме ускоряющего сопротивления, т. е. оно является общим сопротивлением для обмотки возбуждения генератора и регулятора напряжения, когда контакты регулятора напряжения разомкнуты.

Действует оно следующим образом. При размыкании контактов регулятора напряжения ток на обмотку возбуждения генератора проходит через сопротивление 80 и 13 *ом*. От этого значение его должно уменьшиться, что приводит к уменьшению магнитного потока в сердечниках обмоток возбуждения генератора. Это уменьшение вызывает появление тока самоиндукции в цепи обмоток возбуждения, который препятствует исчезновению тока и направлен в том же направлении.

В момент размыкания через сопротивление 13 *ом* проходит ток, равный сумме тока обмотки возбуждения генератора и обмотки возбуждения регулятора напряжения. По закону Ома падение напряжения на этом участке цепи регулятора напряжения, равное произведению тока на сопротивление, будет намного больше, чем при замкнутых контактах *РН*. Это приводит к уменьшению падения напряжения на участке обмотки возбуждения регулятора напряжения. Последнее повлечет размагничивание сердечника. Контакты регулятора напряжения замкнутся.

При средних оборотах такое включение ускоряющего сопротивления уменьшает напряжение до нуля, при максимуме на 30—50%.

Ускорению колебания якорька способствует уменьшение механической инерции его. С этой целью его изготовляют тонким и легким, придают ему треугольную или полукруглую форму, чтобы приблизить центр тяжести к оси вращения и таким образом уменьшить момент инерции.

Действие выравнивающего сопротивления. Наличие ускоряющего сопротивления ускоряет процесс замыкания контактов регулятора напряжения. Вследствие этого время разомкнутого состояния контактов уменьшается. Уменьшается эффективное сопротивление в цепи обмотки возбуждения генератора и увеличивается значение тока возбуждения. Результатом последнего является увеличение напряжения на зажимах генератора. Отклонение напряжения от регулируемого с увеличением оборотов увеличивается и может

достигнуть 15—20% от номинального. Это может явиться причиной выхода из строя приборов электрооборудования и аккумуляторной батареи.

Для поддержания напряжения в определенных пределах, т. е. для нейтрализации отрицательного действия ускоряющего сопротивления ускоряющая обмотка *УО* ограничителя тока включена по схеме выравнивающего сопротивления, т. е. через обмотку (см. рис. 26) проходит одновременно и ток возбуждения генератора и ток возбуждения регулятора напряжения. Следовательно, на участке выравнивающего сопротивления падение напряжения будет зависеть от тока, проходящего через обмотку возбуждения генератора, который уменьшается с увеличением оборотов якоря генератора, поэтому и напряжение на зажимах генератора будет уменьшаться при введении выравнивающего сопротивления. Это уменьшение напряжения будет компенсироваться увеличением напряжения вследствие наличия ускоряющего сопротивления.

В результате совместного действия этих сопротивлений напряжение на зажимах генератора будет оставаться постоянным с изменением оборотов. На рис. 27 показаны графики, характеризующие действие ускоряющего и выравнивающего сопротивления. Поясним действие выравнивающего сопротивления примером.

Пример: При 1200 об/мин. якоря генератора регулятор напряжения поддерживает напряжение на зажимах генератора, равное 14,4 *в*. Предполагая, что сопротивление 13 *ом* не включено по схеме ускоряющего, определить действие выравнивающего сопротивления, если при измерении тока возбуждения было зарегистрировано:

при 1200 об/мин.— 1,8 *а*,
при 3000 об/мин.— 0,8 *а*.

Ток в обмотке возбуждения регулятора напряжения равен 0,412 *а*. Сопротивление обмотки возбуждения равно 17 *ом*.

Цепь обмотки возбуждения регулятора будет состоять из трех участков, сумма падения напряжения на ко-

торых будет равна напряжению на зажимах генератора.

1-й участок — обмотка возбуждения регулятора напряжения. Падение напряжения на этом участке равно произведению сопротивления обмотки на значение тока = 17·0,412 = 7,00 *в*. Этого напряжения достаточно

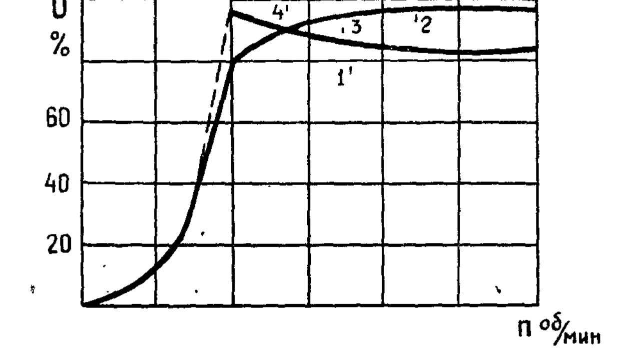


Рис. 27. Зависимость напряжения от числа оборотов генератора в случае:

1 — регулятора напряжения с одной основной обмоткой; *2* — регулятора напряжения с ускорающим сопротивлением; *3* — регулятора напряжения с корректирующим сопротивлением; *4* — регулятора напряжения с корректирующим и ускоряющим сопротивлением.

для осуществления размыкания контактов *PH*. 2-й участок — сопротивление 13 *ом*. Падение напряжения на этом участке будет 13·0,412 = 5,36 *в*. 3-й участок — сопротивление 1 *ом*. Через это сопротивление проходит ток возбуждения генератора и регулятора напряжения. Падение напряжения при 1200 об/мин. будет равно (1,8+0,412)·1 = 2,62 *в*, при 3000 об/мин.— (0,8—0,412)·1 = = 1,212 *в*.

Суммируя падение напряжения на участках цепи обмотки регулятора напряжения, найдем, что при 1200 об/мин. якоря генератора будет поддерживаться напряжение 14,9 *в*, а при 3000 об/мин.— 12,7 *в*. Этот пример наглядно иллюстрирует действие выравнивающего сопротивления.

Термокомпенсация. Прохождение тока через обмотку возбуждения регулятора напряжения вызывает ее нагрев. Последний является причиной увеличения сопротивления обмотки. Это уменьшает в ней ток. Чтобы произвести размыкание контактов регулятора напряжения, видимо, напряжение на зажимах генератора должно быть повышено. Это повышение будет отрицательно сказываться на долговечности приборов электрооборудования и аккумуляторной батареи.

Чтобы избежать этого, имеется ряд устройств, которые позволяют компенсировать температурные изменения:

1. Сопротивление температурной компенсации *СТК* (оно же ускоряющее сопротивление) выполняется из константана, включается последовательно в цепь обмотки возбуждения регулятора напряжения. Действие этого сопротивления состоит в том, что оно уменьшает процент увеличения сопротивления в цепи обмотки возбуждения регулятора напряжения вследствие повышения температуры.

2. Магнитный шунт *МШ* изготавливается из сплава железа с никелем (30,5% никеля), у которого магнитное сопротивление при повышении температуры увеличивается. Вследствие этого при высокой температуре шунт будет почти немагнитным и магнитный поток регулятора почти полностью замкнется через якорек. Если же температура снизится, магнитное сопротивление шунта уменьшится, и часть магнитного потока сердечника замкнется по шунту. Магнитный поток, идущий через якорек регулятора напряжения, и сила притяжения якорька сердечником уменьшатся. Для размыкания контактов регулятора потребуется большее напряжение, следовательно, напряжение генератора возрастет.

Иногда термокомпенсацию производят с помощью биметаллической подвески якорька регулятора напряжения. При нагревании такая пластина, противодействуя пружине, стремится разомкнуть контакты регулятора. Это способствует уменьшению напряжения, которое может возрасти вследствие повышения температуры.

Магнитный шунт и биметаллическая подвеска позволяют повысить напряжение зимой при низких температурах.

С этой целью иногда последовательно обмотке возбуждения регулятора напряжения устанавливается сопротивление, которое в зимнее время включается, а летом выключается, что позволяет зимой повысить напряжение на зажимах генератора.

Уменьшение искрения в контактах регулятора. Искрение в контактах регулятора уменьшает срок их службы и вызывает неисправности в работе регулятора. Чтобы предотвратить это, контакты изготавливаются из тугоплавких материалов. Наилучшие результаты дает вольфрам или пара вольфрам — серебро. В последнее время применяют вольфрам с присадкой рения, который позволяет увеличить допустимый ток на единицу площади контактов.

Для чисто вольфрамовых контактов допустимый ток не должен превышать 1,5—1,8 *а*. Иногда для повышения долговечности контактного устройства уменьшают ток, проходящий через контакты регулятора, путем установки двух регуляторов напряжения и разделения обмотки возбуждения на две части.

Работа ограничителя тока. Когда по последовательной обмотке проходит ток меньше допустимого для генератора (например, меньше 18 *а* для генератора Г-21), контакты *ОТ* замкнуты и ток возбуждения будет проходить через контакты ограничителя тока. Если ток, отдаваемый генератором, превысит допустимое значение, то намагничивание сердечника *ОТ* достигнет такого состояния, что якорек притянется сердечником и контакты ограничителя тока разомкнутся (контакты регулятора напряжения замкнуты). Ток в об-

мотку возбуждения пойдет двумя путями: 1) так же, как и при разомкнутых контактах регулятора напряжения, т. е. через сопротивление 80 *ом*, 13 *ом* и 1 *ом*; 2) второй путь, параллельный первому пути, через сопротивление 30 *ом*. Это уменьшит ток возбуждения генератора и понизит напряжение на его зажимах.

Из-за уменьшения напряжения генератора при размыкании контактов ограничителя тока контакты регулятора напряжения будут находиться в замкнутом состоянии. Уменьшение напряжения на основании закона Ома должно вызвать уменьшение значения тока. Последнее вызывает размагничивание сердечника, вследствие этого произойдет замыкание контактов.

Ускорению размагничивания сердечников и замыканию контактов будет способствовать ускоряющая обмотка ограничителя тока, по которой при разомкнутых контактах *ОТ* будет проходить ток возбуждения меньшего значения. Вместе с этим увеличится частота вибрации контактов и колебание тока будет незначительное.

Работа реле обратного тока. При неработающем генераторе и при работе на небольших оборотах, когда напряжение на его зажимах меньше *эдс* покоя батареи (11,8—12,8), контакты *РОТ* удерживаются в разомкнутом состоянии усилием пружины якорька.

Если генератор работает, то через параллельную обмотку 17*РОТ* проходит ток, который намагничивает сердечник. Путь тока в цепи параллельной обмотки (см. рис. 26) проходит следующим образом: отрицательная щетка генератора — масса — параллельная обмотка *РОТ* — последовательная обмотка *РОТ* — последовательная обмотка ограничителя тока — клемма *Я* реле-регулятора — клемма *Я* генератора.

При увеличении оборотов генератора увеличивается напряжение на его зажимах. Это вызывает увеличение тока в параллельной обмотке *РОТ* и намагничивание его сердечника. Когда намагничивание сердечника достигнет такого значения, что магнитный поток преодолеет сопротивление пружины реле обратного тока, произойдет замыкание контактов *РОТ*.

После замыкания контактов через последовательную обмотку будет проходить весь ток, отдаваемый генератором. Вследствие этого магнитный поток в сердечнике еще более усилится и еще плотнее притянет якорек *РОТ* и плотнее замкнет контакты.

Путь зарядного тока будет следующий: отрицательная щетка генератора — масса — аккумуляторная батарея — амперметр — зажим *Б* реле-регулятора — контакты — гибкий провод — ярмо — последовательная обмотка *РОТ* — последовательная обмотка *ОТ* — клемма *Я* реле-регулятора — клемма *Я* генератора — положительная щетка генератора.

Путь тока к потребителям аналогичен зарядному току. При уменьшении напряжения генератора ниже *эдс* аккумуляторной батареи ток от аккумуляторной батареи, как источника с большим напряжением, пойдет к генератору (обратный ток). Он пройдет через массу генератора — минусовую щетку генератора — якорь генератора — плюсовую щетку генератора — клемму *Я* генератора — клемму *Я* реле-регулятора — последовательную обмотку *ОТ* - клемму *Б* реле-регулятора — плюсовую клемму аккумуляторной батареи.

Проходя через последовательную обмотку *РОТ*, обратный ток наведет в сердечнике магнитный поток, противоположный потоку, наведенному параллельной обмоткой *РОТ*. Это размагнитит сердечник *РОТ* и под действием пружины произойдет размыкание контактов.

Температурная компенсация реле обратного тока. При прохождении тока через параллельную обмотку *РОТ* она нагревается. Это могло бы повысить ее сопротивление и увеличить значение напряжения замыкания контактов реле обратного тока. Для предупреждения этого параллельная обмотка частично изготавливается из константановой проволоки, которая не изменяет своего сопротивления при повышении температуры. Одновременно якорек подвешивается на биметаллической пластине, которая позволяет компенсировать изменения напряжения включения вследствие нагрева параллельной обмотки.

Основные данные реле-регулятора РР-24 и его модификаций

Номинальное напряжение, *в*		12
Номинальная сила тока, *а:*		
	РР-24	20
	РР-24Б	16
	РР-24Г	18

Применение (основные марки автомобилей):

РР-24	М-21 «Волга», УАЗ-69
РР-24Б	«Москвич-407»
РР-24Г	ГАЗ-51А, ГАЗ-63, ЗИЛ-164А, ЗИЛ-157, «Урал-355М», «Москвич-408».

Устанавливается в комплекте с генератором:

РР-24	Г-20, Г-12
РР-24Б	Г-22
РР-24Г	Г-21Г, Г-21, Г-12В, Г-108М

Реле обратного тока

Напряжение включения реле, *в* . . . . 12,2—13,2

Обратный ток выключения реле, *а* . . . . 0,5—6

Зазор между якорьком и сердечником при разомкнутых контактах, *мм* . . . . 0,6—0,8

Зазор между контактами, *мм* . . . . . . 0,3—0,4

Ограничитель силы тока, зазор между якорьком и сердечником, *мм* . . . . . . 1,4—1,5

Регулятор напряжения

Регулируемое напряжение, *в* . . . . . 13,5—15

Сила тока нагрузки, при которой проверяется регулируемое напряжение, *а* . . . 10

Обороты якоря генератора, при которых проверяется регулятор напряжения, об/мин. 3000

Зазор между якорьком и сердечником, *мм* . 1,4—1,5

§ 9. Особенности конструкций реле-регуляторов других марок

В основном конструкция всех реле-регуляторов аналогична реле-регулятору РР-24. Однако различие в мощности генератора, с которым работает тот или иной реле-регулятор, и условий его работы обусловливает некоторые изменения, вносимые в конструкцию приборов реле-регулятора.

Реле-регулятор РР-24 и его модификации работают с генераторами, допустимый ток которых не должен превышать 17—21 *а*. Использование его для более мощных генераторов стало невозможным вследствие того, что выравнивающее сопротивление ограничивает значенне тока возбуждения генератора. Они заменяются выравнивающими обмотками, которые имеют ничтожное сопротивление, но выполняют те же функции, что и выравнивающее сопротивление.

Ограничитель тока также имеет ускоряющую обмотку *УО*, но оиа имеет очень малое сопротивление.

а) *Реле-регуляторы с выравнивающей обмоткой (РР-130, РР-101, РР-111).* В этих реле-регуляторах для поддержания постоянного напряжения используются выравнивающие обмотки, которые включаются поледовательно в цепь обмотки возбуждения генератора и наматываются на сердечники регуляторов напряжения. Магнитный поток, создаваемый такой обмоткой, противодействует магнитному потоку, создаваемому обмоткой возбужденния регулятора напряжения. Так как ток возбуждения генератора с увеличением оборотов якоря уменьшается, то напряжение, регулируемое регулятором напряжения, уменьшается, компенсируя увеличение напряжения вследствие наличия ускоряющего сопротивления.

В этих регуляторах вместо магнитиого шунта для термокомпенсации применяется биметаллическая подвеска якорька регулятора напряжения и сопротивленне температурной компенсации *СТК*.

При замкнутых контактах *РН* и *ОТ* цепь тока воз-

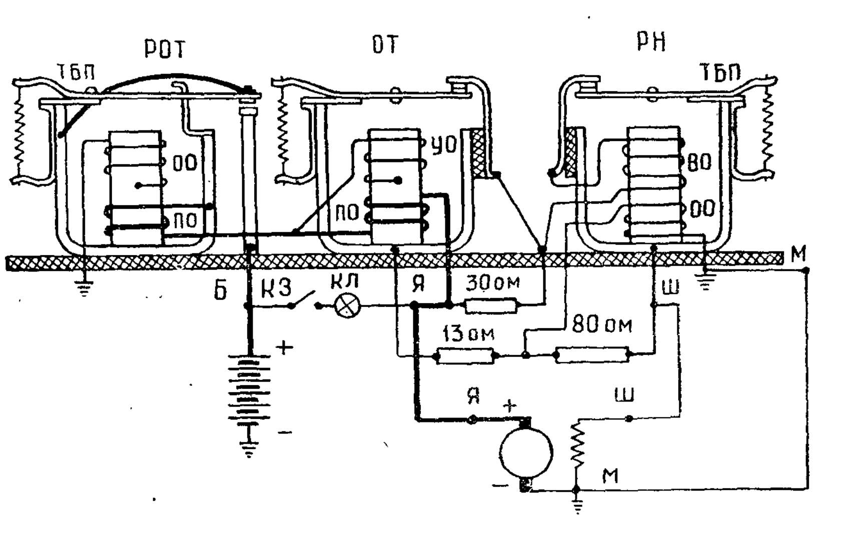


Рис. 28. Схема реле-регулятора РР-130 (РР-101, РР-111).

буждения генератора проходит следующим путем (рис. 28): обмотка возбуждения генератора — клемма *Ш* генератора — клемма *Ш* реле-регулятора — ярмо и замкнутые контакты регулятора напряжения — выравнивающая обмотка — замкнутые контакты, ярмо и сердечник *ОТ* — ускоряющая обмотка *ОТ* — последовательная обмотка *ОТ* — клеммы *Я* регулятора и генератора — плюсовая щетка генератора.

При разомкнутых контактах *РН* ток возбуждения проходит так же, как и в реле-регуляторе РР-24.

При размыкании контактов *ОТ* (контакты *РН* замкнуты) ток возбуждения от клеммы *Ш* к клемме *Я* реле-регулятора проходит по двум параллельным ветвям:

1) добавочное сопротивление 80+13 *ом* (РР111—80+20 *ом*), ускоряющая обмотка *УО*, а затем последовательная обмотка *ОТ* и на зажим *Я* реле-регулятора;

2) ярмо — якорек — контакты *РН* — выравнивающая обмотка *ВО* регулятора напряжения — добавочное сопротивление 30 *ом* — зажим *Я*.

Основные данные реле-регуляторов РР-130, РР-101, РР-111

Номинальное напряжение, *в* — 12

Номинальная сила тока, *а*:

РР-130	27—29
РР-101	31—33
РР-111	27—29

Применение (основные марки автомобилей):

РР-130	ЗИЛ-130, ГАЗ-53, ГАЗ-66
РР-101	ГАЗ-13 «Чайка»
РР-111	ГАЗ-66-03

Устанавливается в комплекте с генератором:

РР-130	Г-130
РР-101	Г-101
РР-111	Г-130Э

Реле обратного тока

Напряжение включения реле, *в*	11,8—13
Обратный ток выключения реле, *а*	0,5—6
Зазор между якорьком и сердечником при разомкнутых контактах, *мм*	0,6—0,8
Зазор между контактами, *мм*	0,3—0,5

Ограничитель тока

Зазор между контактами, *мм*	1,4—1,6

Регулятор напряжения

Зазор между якорьком и сердечником, *мм*	1,4—1,6
Регулируемое напряжение, *в*	13,4—14,8
Сила тока нагрузки, при которой регулируется регулятор напряжения, *а*	14
Обороты якоря генератора, при которых проверяется регулятор напряжения, об/мин.	3000

б) *Двухэлементные реле-регуляторы РР-102 и РР-109.* Эти реле-регуляторы состоят из реле обратного тока *РОТ* и регулятора напряжения *РН,* которые по конструкции аналогичны соответствующим устройствам реле-регулятора РР-24 (рис. 29).

На сердечнике *РН* имеется последовательная обмотка *ПО,* через которую проходит весь ток генератора.

Магнитные потоки, создаваемые основной обмоткой и последовательной, имеют одинаковые направления, вследствие этого регулируемое напряжение зависит от тока, отдаваемого генератором. С увеличением последнего оно уменьшается. Это обеспечивает защиту генератора от перегрузок.

Контакты регулятора напряжения *РН* размыкаются при повышении напряжения генератора выше 12,8—13,8 *в* и при токе генератора, превышающем 16 *а.* В обоих случаях в цепь обмотки возбуждения генератора включаются добавочное сопротивление ДС $R=80$ *ом* и ускоряющее сопротивление *УС* (оно же сопротивление температурной компенсации *СТК),* равное 13 *ом.* В цепи

обмотки возбуждения генератора и регулятора напряжения включено выравнивающее сопротивление *ВС* $R=1$ *ом*. Все сопротивления работают так же, как и в реле-регуляторе РР-24.

Ток возбуждения генератора в реле-регуляторе при замкнутых контактах следующий: клемма *Ш* реле-регу-

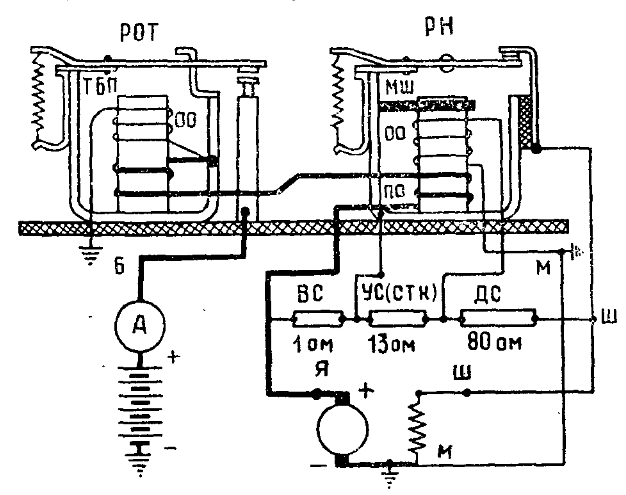


Рис. 29. Схема реле-регулятора с падающей характеристикой (двухэлементный).

лятора — замкнутые контакты *РН* — якорек *РН* — ярмо *РН* — выравнивающее сопротивление *ВС* 1 *ом* — клемма *Я*. При размыкании контактов *РН* ток возбуждения проходит через сопротивления 80, 13 и 1 *ом*.

Двухэлементные реле-регуляторы вследствие уменьшения напряжения на зажимах генератора с увеличением отдаваемого тока получили название реле-регуляторов с падающей характеристикой.

Основные данные двухэлементных реле-регуляторов РР-102 и РР-109

	РР-102	РР-109
Номинальное напряжение, *в*	12	12
Номинальный ток, *а*	16	13
Реле обратного тока		
Напряжение включения, *в* . .	12,2—13,2	12,2—13,2
Обратный ток включения . .	0,5—6	0,5—6
Регулятор напряжения		
Регулируемое напряжение . .	12,8—13,8	12,5—13,5
Значение тока при регулировании регулятора напряжения, *а* .	16	13
Применение (основные марки автомобилей	«Москвич-403»,	ЗАЗ-965 «Запорожец»

в) *Реле-регуляторы с двумя регуляторами РР-8, РР-51, РР-23, РР-27, РР-23Б.* Для уменьшения значения тока возбуждения, проходящего через контакты регулятора напряжения, иногда обмотку возбуждения мощных генераторов разделяют на две части, каждая из которых имеет свой регулятор напряжения.

В результате такой реле-регулятор имеет четыре элемента: реле обратного тока *РОТ*, ограничитель тока *ОТ* и два регулятора напряжения PH_1 и PH_2. Все эти приборы имеют конструкцию, аналогичную приборам реле-регулятора РР-24. Каждый регулятор напряжения имеет две обмотки — шунтовую и компенсирующую. Первая намагничивает сердечник регулятора напряжения и включена последовательно с ускоряющим сопротивлением 15 *ом*, вторая размагничивает н включена последовательно в одну из ветвей обмотки возбуждения генератора.

Компенсирующая обмотка PH_1 включена последовательно с контактами PH_2, а компенсирующая обмотка PH_2 — последовательно с контактами PH_1. Благодаря такой схеме включения компенсирующих обмоток при

неодинаковой регулировке регуляторов в момент размыкания контактов одного из регуляторов напряжения контакты другого регулятора обязательно размыкаются Этим достигается согласованная работа обоих регуляторов напряжения и, следовательно, более равномерное

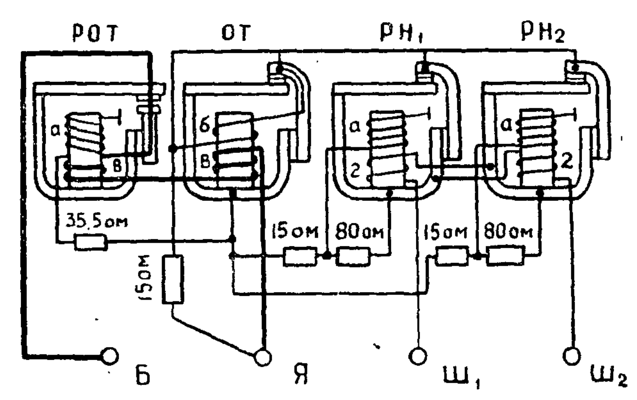


Рис. 30. Схема реле-регуляторов РР8, РР51, РР23: *а* — шунтовая обмотка; *б* — ускоряющая обмотка; *в* — последовательная обмотка; *г* — компенсирующая обмотка.

распределение силы тока возбуждения в обеих параллельных ветвях цепи возбуждения генератора.

В период размыкания контактов регуляторов напряжения в каждую ветвь обмотки возбуждения генератора включаются добавочные сопротивления 80+15 *ом*, что снижает силу тока возбуждения, а следовательно, и напряжение генератора. После этого контакты регуляторов замкнутся, и процесс повторится снова.

Согласованная работа обоих регуляторов напряжения обеспечивается следующим образом.

Допустим, что контакты регулятора PH_2 разомкнулись. В это время прерывается ток в компенсирующей обмотке регулятора PH_1, и ее размагничивающее действие прекращается. При этом магнитный поток сердечника регулятора PH_1 резко возрастает, и контакты регулятора PH_1 размыкаются вслед за контактами регулятора напряжения PH_2. Если сначала размыкаются контакты регулятора PH_1, то вследствие прерывания тока в компенсирующей обмотке регулятора PH_2 его контакты разомкнутся.

При эксплуатации особое внимание необходимо уделять точности регулировки обоих регуляторов, чтобы обеспечить равенство сил токов в обеих ветвях обмотки возбуждения генератора.

Ограничитель силы тока ограничивает максимальную силу тока генератора. При размыкании контактов *ОТ* в обе ветви обмотки возбуждения генератора включаются последовательно дополнительное сопротивление *ДС* r_1=15 *ом* и параллельно ему две группы сопротивлений 80+15 *ом*. Благодаря этому уменьшается сила тока возбуждения генератора, что в свою очередь уменьшает напряжение генератора, а следовательно, и силу тока, отдаваемого генератором во внешнюю цепь.

В период размыкания контактов *ОТ* вследствие уменьшения напряжения генератора снижается сила тока в основных обмотках регуляторов напряжения, а поэтому контакты регуляторов PH_1 и PH_2 будут оставаться в замкнутом состоянии. Размыкание контактов *ОТ* сопровождается прерыванием тока в его ускоряющей обмотке, вследствие чего быстро размагничивается сердечник, что способствует повышению частоты вибрации контактов.

Основные данные реле-регуляторов РР-8, РР-23, РР-23Б, РР-27, РР-51

	РР-8, РР-27, РР-51	РР-23, РР-23Б
Номинальное напряжение, *в* . .	12	12
Номинальная сила тока, *а* . .	35	28

Реле обратного тока

Напряжение включения, *в*	12—13	12—13
Сила обратного тока, *а*	0,5—8	0,5—8
Зазор между якорьком и сердечником, при разомкнутых контактах, *мм*	0,6—0,8	0,6—0,8
Зазор между контактами, *мм*	0,3—0,5	0,3—0,5

Ограничитель тока

Сила тока нагрузки, ограничиваемая ограничителем, *а*	33—37	27—29
Зазор между якорьком и содержанием, *мм*	1,4—1,6	1,4—1,6

Регулятор напряжения

Регулируемое напряжение, *в*	13,5—15	13,5—15
Ток нагрузки при проверке регулятора напряжения, *а*	18	14
Обороты якоря генератора, при которых проверяется регулятор напряжения, об/мин	3000	3000
Зазор между якорьком и сердечником, *мм*	1,4—1,5	1,4—1,5
Применение (основные марки автомобилей)	«Урал 375» ЗИЛ-131 КРАЗ-214 КРАЗ-221	ЗИЛ-157 КРАЗ-219 КРАЗ-224 КРАЗ-222
Устанавливается в комплекте с генератором	Г-51, Г-8 ГТ-500 Г-8В	Г-23

Примечание. Реле-регуляторы РР-51, РР-23-Б экранированы.

Конструкцию, подобную реле-регуляторам РР-2, РР-51, имеет реле-регулятор РР-5, работающий в комплекте с генератором переменного тока Г2-Б или Г2-П. Отличаются они тем, что на последнем вместо реле обратного тока *РОТ* устанавливается реле включения *РВ*.

г) Тракторный реле-регулятор РР-315-Б. Состоит из трех элементов: реле обратного тока *РОТ*, ограничителя тока *ОТ* и регулятора напряжения *РН* (рис. 31). Реле обратного тока не отличается от рассмотренных выше. Ограничитель тока имеет на середине одну последовательную обмотку, через которую проходит весь ток нагрузки генератора.

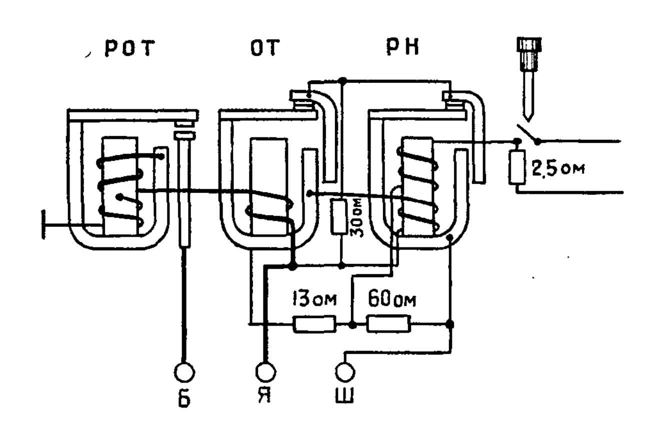


Рис. 31. Схема реле-регулятора РР315Д.

Регулятор напряжения имеет на сердечнике две обмотки — шунтовую и выравнивающую. Выравнивающая включена последовательно в цепь обмотки возбуждения генератора и действует аналогично обмотке, имеющейся на сердечнике *РН* реле-регулятора РР-130. В конструкции имеются сопротивления регулятора напряжения 13 и 60 *ом*, первое включено по схеме ускоряющего сопротивления в цепь шунтовой обмотки регулятора напряжения.

Сопротивление 30 *ом* вводится в цепь обмотки воз-

буждения генератора при размыкании контактов *ОТ*.

Сопротивление 2,5 *ом* используется для посезонной корректировки напряжения. В летнее время оно исключается путем замыкания контактов специальным винтом посезонной регулировки, а зимой наоборот.

Работает реле-регулятор следующим образом. При номинальном напряжении ток возбуждения генератора течет следующим путем: обмотка возбуждения генератора клемма *Ш* генератора — клемма *Ш* реле-регулятора. Ярмо *РН* — замкнутые контакты *РН* — замкнутые контакты *ОТ* — ярмо *ОТ* — выравнивающая обмотка *РН*—клемма *Я* реле-регулятора, клемма *Я* генератора— плюсовая щетка генератора.

Ток шунтовой обмотки *РН* течет следующим образом: масса — сопротивление 2,5 *ом* (зимой) — шунтовая обмотка *РН* — сопротивление 13 *ом* — ярмо *ОТ* — выравнивающая обмотка *РН* — клеммы *Я* реле-регулятора и генератора.

При увеличении напряжения происходит размыкание контактов *РН* и ток возбуждения генератора идет следующим путем: клемма *Ш* реле-регулятора — ярмо *РН* — сопротивления 60 и 13 *ом,* выравнивающая обмотка *РН* — клемма *Я* генератора.

Включение добавочного сопротивления в цепь обмотки возбуждения генератора влечет уменьшение тока возбуждения и напряжения на зажимах генератора. Контакты *РН* замыкаются, и процесс повторяется. При увеличении нагрузки генератора свыше номинальной происходит размыкание контактов *ОТ* и ток возбуждения генератора проходит двумя параллельными путями через сопротивление 30 *ом* и через сопротивления 60 и 13 *ом* уменьшается по значению, вызывая соответствующее уменьшение напряжения на зажимах генератора и тока нагрузки.

Основные данные реле-регулятора РР-315Б

Номинальное напряжение, *в*	12
Номинальная сила тока, *а*	13

Применение (основные марки
тракторов) ДТ-75, МТЗ-50, МТЗ-52, Т-40, Т-40А

Устанавливается в комплекте с генератором Г-115В, Г-115, Г214А1, Г-81Д

д) *Реле-регуляторы РР-385, РР-385Б.* На тракторе К-700 устанавливается генератор Г-285, работающий с контактно-триодным реле-регулятором РР-385 или РР-385Б. Последний имеет дополнительную обмотку на сердечнике *РН* для посезонной регулировки напряжения. РР-385Б состоит из двух приборов: регулятора напряжения — *РН* и реле защиты — *РЗ*. Монтажная и электрическая схемы регулятора показаны на рисунках 32 и 33. Исполнительным элементом является транзистор *Т* типа ПЧ.

Регулятор напряжения состоит из ярма, сердечника с обмотками PH_0 — основной и $PH_д$ — добавочной, нормально разомкнутых контактов. Добавочная обмотка предназначена для корректироваиия напряжения в зависимости от времени года. В зимнее время с помощью переключателя посезонной регулировки она закорачивается. Этим самым уменьшается число ампервитков, которые создают необходимый магнитный поток для замыкания контактов регулятора напряжения и значение напряжения, необходимого для замыкания контактов — *РН*.

В цепь обмотки регулятора напряжения включены ускоряющее сопротивление $R_у$, повышающее частоту замыкания и размыкания контактов *РН* и сопротивление температурной компенсации $R_{стк}$, способствующее некоторой корректировке напряжения, изменяющегося при работе вследствие нагрева основной обмотки регулятора напряжения PH_0.

Реле защиты имеет на сердечнике три обмотки: основная обмотка — $PЗ_0$ включена последовательно в цепь обмотки возбуждения регулятора напряжения *ОВГ*, вспомогательная обмотка — $PЗ_в$ включена последовательно основной и параллельно обмотке возбуждения

Рис. 32. Электрическая схема реле-регулятора РР385Б.

Рис. 33. Схема реле-регулятора РР385Б.

генератора *ОВГ* (обмотка $РЗ_в$ создает магнитный поток, противоположный магнитному потоку основной обмотки $РЗ_0$, удерживающая $РЗ_у$ обмотка включена в цепь таким образом, что через нее проходит ток лишь при замыкании контактов *РЗ*).

Реле защиты имеет нормально разомкнутые контакты и разделительный диод — $Д_р$.

Работа регулятора напряжения осуществляется следующим образом (см. рис. 32 и 33). При небольших оборотах якоря генератора напряжение на зажимах не достигло значения регулируемого, электромагнитное усилие, создаваемое обмоткой регулятора напряжения — $РН_0$, недостаточно для преодоления усилия противодействующей пружины.

Контакты *РН* в этом случае разомкнуты, транзистор *Т* — «открыт». Через обмотку возбуждения генератора будет идти ток следующим путем: клемма *В* — диод $Д_1$ — электроды (эмиттер — коллектор) транзистора — основная обмотка реле защиты $РЗ_0$ — клемма *Ш* — обмотка возбуждения генератора *ОВГ* — масса *М*.

При достижении на зажимах селенового выпрямителя напряжения, соответствующего регулируемому, ток в обмотке $РН_0$ возрастает до значения, при котором контакты *РН* замыкаются. В этом случае транзистор «запирается», так как его база соединяется контактами с «плюсом» и резко уменьшается ток возбуждения генератора.

Цепь тока возбуждения генератора будет следующей: клемма *В* — диод $Д_1$ — сопротивления $R_у$ и $R_т$ — основная обмотка реле защиты — $РЗ_0$ — клемма *Ш* — обмотка возбуждения генератора *ОВГ* — масса.

При прохождении тока через сопротивления напряжение на зажимах генератора уменьшается, контакты регулятора напряжения — *РН* размыкаются, и транзистор вновь открывается. Описанный выше процесс повторяется снова.

Гасящий диод $Д_г$ — замыкает *эдс* самоиндукции, возникающую в момент запирания транзистора, тем самым

гасятся опасные для него перенапряжения на регулирующем элементе.

Цепь обмотки регулятора напряжения следующая: масса *В* — диод $Д_1$ — ускоряющее сопротивление $R_у$ — сопротивление $R_{стк}$ — обмотка $РН_0$ — масса.

В случае короткого замыкания в цепи возбуждения генератора ток, проходящий через основную обмотку реле защиты — $РЗ_0$, увеличивается, а также шунтируется вспомогательная обмотка реле защиты — $РЗ_в$, которая включена «встречно» с основной.

Ток, проходящий через обмотку $РЗ_в$, уменьшается и уменьшается размагничивающее действие ее по отношению к обмотке $РЗ_0$. Увеличение тока в обмотке $РЗ_0$ и уменьшение тока в обмотке $РЗ_в$ вызывает резкое увеличение электромагнитной силы в сердечнике реле защиты, что приводит к замыканию контактов *РЗ*, в этом случае: 1) база транзистора *б* через распределительный диод — $D_р$ будет подключена к плюсу — транзистор будет заперт и ток короткого замыкания через него проходить не будет; 2) через замкнутые контакты *РЗ* получает питание удерживающая обмотка реле защиты — $РЗ_у$, которая удерживает контакты *РЗ* в замкнутом положении до тех пор, пока выключатель массы *ВК* не будет отключен и короткое замыкание не будет устранено.

§ 10. Выпрямитель

Выпрямитель применяется в комплексе с генератором переменного тока и служит для преобразования переменного тока в постоянный.

Конструктивно он представляет собой столбик (рис. 34), набранный из прямоугольных алюминиевых шайб, каждая из которых с одной стороны покрыта слоем селена, а затем тонким слоем легкоплавкого сплава олова, кадмия и висмута.

Алюминиевая часть называется нижним электродом и имеет отрицательную полярность. Слой металла, покрывающего селен, называется верхним электродом. Между

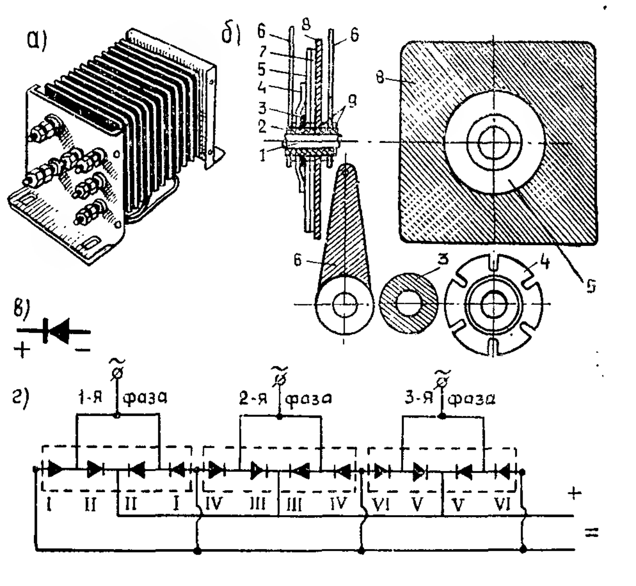


Рис. 34. Селеновый выпрямитель РС310: *а* — общий вид; *б* — элемент выпрямителя; *в* — условное обозначение элемента; *г* — схема выпрямителя;

1 — стяжной монтажный болт; *2* — изоляционная втулка; *3* — изоляционная шайба; *4* — контактная лепестковая шайба; *5* — слой покровного металла; *6* — соединительная шинка; *7* — слой селена; *8* — алюминиевая шайба; *9* — дистанционные стальные шайбы; I и II — плечи первой фазы; III и IV — плечи второй фазы; V и VI — плечи третьей фазы (штриховой линией обозначены элементы одной фазы).

селеном и сплавом после соответствующей обработки и формирования постоянным током создается непроводящий (запирающий) слой толщиной около 0,0001 *мм*.

При подведении к сплаву металлов отрицательного

заряда, а к селену — положительного свободные электроны, находящиеся в большом количестве в слое сплава, будут свободно проходить через запирающий слой к селену (полупроводнику). При изменении направления *эдс* отрицательный заряд будет сообщен селену, на котором очень мало свободных электронов, вследствие этого ток в обратном направлении будет иметь значение во много раз меньшее.

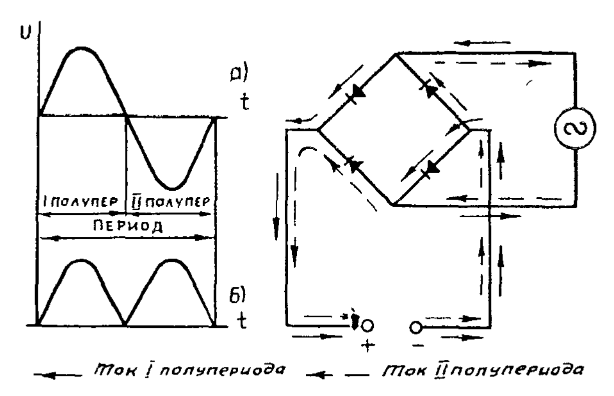


Рис. 35. Двухполупериодная схема выпрямителя: *а* — переменный ток; *б* — выпрямленный ток.

Ток со стороны покровного металла снимается контактной лепестковой латунной шайбой, а с другой стороны стальной шайбой. С помощью латунных соединительных шинок все выпрямительные шайбы присоединены к проводникам, припаянным к пяти изолированным от массы зажимам панели.

Два зажима имеют знаки «+» и «—». Три остальные зажима подключаются к зажимам обмотки статора генератора.

Выпрямитель работает нормально при температуре от

70 до 75°С. При превышении этой температуры он теряет свои свойства: происходит пробой «запирающего слоя».

Для поддержания определенной температуры селеновый выпрямитель помещается в кожух, имеющий с двух сторон жалюзи для регулирования интенсивности охлаждения выпрямительных шайб. Собирается выпрямитель по трехфазной двухполупериодной схеме.

На рис. 35 показана схема двухполупериодного выпрямителя. Переменный ток в течение одного периода дважды изменяет свое направление.

Время, в течение которого ток течет в одном направлении, называется полупериодом. Мостовая схема *А*, изображенная на рисунке, позволяет получить на зажимах *В* вместо переменного тока ток одного направления, который дважды за период нарастает до максимума и падает до нуля.

§ 11. Основные положения о регулировках реле-регуляторов

Вырабатываемый ток генератора должен иметь такие параметры, при которых нормально работают сам генератор и потребители электрической энергии, а зарядка аккумуляторной батареи обеспечивает ее работу наиболее длительное время при максимальной емкости.

В связи со сказанным можно отметить, что рассмотрение исправности работы генератора необходимо производить с учетом требований, предъявляемых к зарядке аккумуляторных батарей, поскольку нарушение нормальной работы зарядной цепи вызывает нарушение работы всей системы электрооборудования.

На рис. 36 представлена электрическая схема соединения всех источников тока.

В процессе эксплуатации вследствие износа деталей реле-регулятора изменяются регулируемые параметры вырабатываемого генератором тока.

В связи с этим необходимо периодически проверять

напряжение и максимальный ток, вырабатываемый генератором, а при необходимости регулировать.

Регулятор напряжения регулируется на напряжение из расчета 2,3—2,4 в на один аккумулятор свинцовой аккумуляторной батареи. При такой регулировке обеспечивается почти полная (на 95—97%) зарядка аккуму-

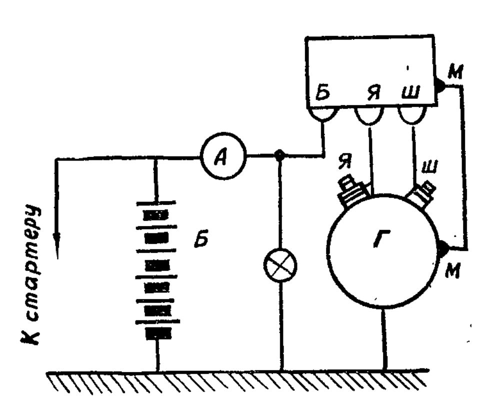


Рис. 36. Схема соединения источников электрической энергии.

ляторной батареи и предотвращается выкипание (перезарядка) электролита, последствием которой является разрушение активной массы пластин и уменьшение емкости аккумулятора. Заниженное значение регулируемого напряжения также вредно, так как оно приводит к недозарядке аккумуляторной батареи. В зависимости от времени года напряжение на зажимах генератора должно также изменяться. В зимнее время необходимо стремиться к верхнему пределу, а в летнее — к нижнему.

Ограничитель тока регулируется на значение тока, допустимое для данного генератора.

Примечание. При использовании реле-регуляторов и генераторов необходимо обращать внимание на соответствие значения тока генератора значению тока реле-регулятора. В случае использования реле-регулятора, отрегулированного на значение тока, превышающего значение тока, допустимого для генераторов, необходимо произвести соответствующую перерегулировку регулятора. В противном случае генератор может быстро выйти из строя. Например: тракторный генератор рассчитан на силу тока 13 *ом*. В результате выхода из строя реле-регулятора последний был заменен другим, отрегулированным на 20 *а*. В данном случае необходимо произвести перерегулировку ограничителя тока реле-регулятора на ток 13 *а*.

Если реле-регулятор отрегулирован на ток меньший, чем допустимый для генератора, в этом случае можно не производить перерегулировки реле-регулятора, если значение вырабатываемого тока достаточно для питания потребителей и подзарядки аккумуляторной батареи. Если его недостаточно, то необходимо произвести соответствующую перерегулировку ограничителя силы тока.

В процессе эксплуатации надо избегать подобных перестановок, но иногда они просто необходимы в силу отсутствия требуемых узлов и приборов.

Реле обратного тока регулируется на значение напряжения включения генератора цепи потребителей и на значение обратного тока отключения генератора от потребителей.

Напряжение включения контактов реле обратного тока должно соответствовать интервалу изменения эдс покоя.

Среднее значение *эдс* покоя полностью заряженного свинцового аккумулятора равно 2,15 *в*, а полностью разряженного — 1,99 *в*.

Пример. Двенадцативольтовая аккумуляторная батарея имеет 6 аккумуляторов. Реле обратного тока должно регулироваться в пределах:

нижний предел $6 \times 1{,}88 = 11{,}94$ *в* ≈ 12 *в*,
верхний предел $6 \times 2{,}15 = 12{,}9$ *в* ≈ 13 *в*

Аналогично можно определить значение напряжения для шести- и двадцатичетырехвольтовых реле-регуляторов.

Необходимо иметь в виду, что заниженное напряжение при сравнительно небольшом числе оборотов якоря генератора приводит к частому замыканию и размыканию контактов реле обратного тока, а следовательно, и к подгоранию их поверхностей. Это явление нежелательно.

Завышенное значение приводит к тому, что генератор на пониженных оборотах не подключается к потребителям. В случае повышения напряжения включения реле обратного тока по сравнению с напряжением, ограничиваемым регулятором напряжения, включение реле обратного тока производиться не будет; генератор не будет подключаться к потребителям и подзарядка аккумуляторных батарей производиться не будет.

Значение обратного тока при размыкании контактов реле обратного тока не должно превышать 0,5—6 а.

§ 12. Приборы, инструменты и оборудование для проверки и регулировки работы генераторов и реле-регуляторов

Для проверки исправности генератора и приборов, регулирующих его работу непосредственно на автомобиле, тракторе, комбайне и мотоцикле, необходимо и достаточно иметь следующие приборы:

а) вольтметр со шкалой на 30 *в* с ценой деления 0,1 *в* не ниже класса точности 1,0;

б) амперметр со шкалой на 30 *а* с ценой деления не более 0,5 *а* не ниже класса точности 1,5;

в) амперметр со шкалой на ±10 *а* (амперметр, позволяющий измерять ток разного направления) с ценой деления не более 0,5 *а* не ниже класса точности 1,5;

г) реостат, позволяющий изменять значение тока от 5 до 20 *а*;

д) омметр или контрольную лампу.

В настоящее время промышленность выпускает при-

боры, которые объединяют в себе несколько приборов, необходимых для проверки агрегатов электрооборудования. Таковыми являются: *Контрольно-испытательный стенд УКС-60 (СИ-968).* Стенд представляет собой установку, на которой смонтированы приборы, приспособления съемные и несъемные, необходимые для проведения испытания и регулировки современного электрооборудования автомобилей, тракторов, комбайнов.

Для проверки обмоток электрических машин применяется портативный дефектоскоп типа ПДО-1. С помощью этого прибора можно выявлять межвитковые короткие замыкания в обмотках:

1) якорей автотракторных и силовых генераторов и двигателей постоянного тока;

2) статора асинхронных и синхронных двигателей и генераторов;

3) фазного ротора асинхронных двигателей;

4) ошибочное направление намотки или укладки катушек стартера тракторных генераторов переменного тока Г-30 и Г-46.

Действие дефектоскопа основано на том, что в витке, который находится в переменном магнитном поле, созданном дефектоскопом, наводится электродвижущая сила. Если виток замкнут, то по нему потечет электрический ток, который создает вокруг себя магнитное поле. Это поле улавливается дефектоскопом и преобразуется в электродвижущую силу, зажигающую неоновую лампу. Принципиальная схема портативного дефектоскопа показана на рис. 37. Вес дефектоскопа 380 *г*. Питается дефектоскоп от сети переменного тока напряжением 12—18 *в* или от аккумуляторной батареи напряжением 12 вольт.

Контрольно-испытательный стенд модели 2214. Этот стенд предназначен для проверки генераторов мощностью до 500 *в*, реле-регуляторов, стартеров мощностью до 2 *л. с.* и крутящим моментом до 4,5 *кгм*. На нем можно производить измерение сопротивления обмоток приборов и электрических цепей в

пределах 0—200 *ом*, а также проверку обмоток на обрыв и контроль изоляции напряжением 220 вольт.

Для привода испытуемых генераторов на стенде установлен реверсивный электродвигатель мощностью 1,4 *квт* и скоростью вращения 5000 об/мин, который

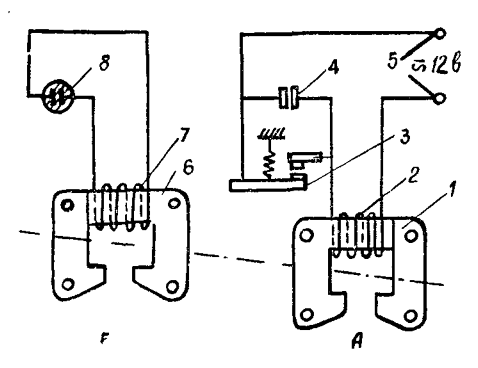


Рис. 37. Принципиальная схема портативного дефектоскопа: *А* — индукционный аппарат; *Б* — приемо-сигнальный аппарат;

1, *6* — пакеты трансформаторной стали с воздушным зазором; *2* — катушка возбуждения, имеющая 240 витков проводов ПЭЛ диаметром 0,44 мм; *3* — прерыватель с нормально замкнутыми вольфрамовыми контактами; *4* — конденсатор; *5* — шнур испытания с пружинными наконечниками; *7* — приемная катушка, имеющая 1500 витков провода ПЭЛ диаметром 0,15 мм; *8* — сигнальная неоновая лампа ФН-2 (ТН-1).

обеспечивает вращение генератора со скоростями 5000 и 10000 об/мин.

Скорость вращения и сопротивление регистрируются тахометром-омметром магнитоэлектрической системы, имеющей две шкалы: тахометра и омметра.

Вольтамперметр модели НИИАТ ЛЭ-1 и НИИАТ Э-7. При помощи вольтамперметра можно

проверить: работу генератора постоянного тока мощностью до 500 *в;* регулировку реле-регуляторов; падение напряжения на контактах прерывателя; *эдс* аккумуляторов батареи и падение напряжения на зажимах батареи при включении контрольной нагрузки; стартеры мощно-

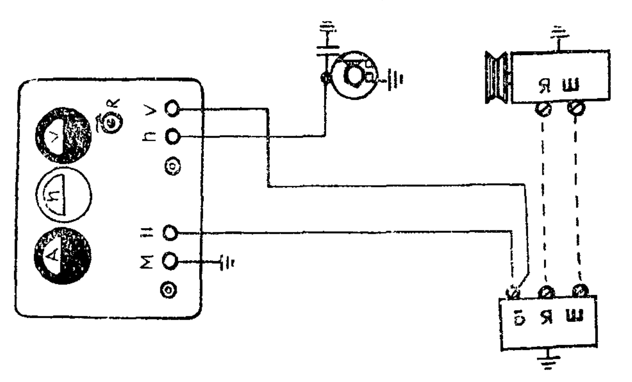


Рис. 38. Схема включения вольтамперметра при испытании генератора.

стью до двух л. с. по потребляемой силе тока; обмотки приборов и электрические цепи низкого напряжения на обрыв, замыкание с массой, витковое замыкание.

На рис. 38 показана схема подключения вольтамперметра при испытании генератора, реле обратного тока, регулятора напряжения и ограничителя силы тока непосредственно на двигателе мобильной машины.

§ 13. Проверка исправности зарядной цепи.

При любой неисправности генератора нарушается нормальное действие зарядной цепи и всей системы электрооборудования. Однако такие же неисправности элект-

рооборудования могут вызвать неисправности и неправильная регулировка реле-регулятора. Путем исключения некоторых приборов реле-регулятора или всего регулятора из зарядной цепи можно установить, в каком конкретно устройстве имеется неисправность.

Все неисправности зарядной цепи можно разделить на три основные группы: неисправности, связанные с состоянием привода генератора и коммутации узлов зарядной цепи; неисправности, связанные с работой генератора; неисправности, связанные с работой реле-регулятора.

Первоначально устраняют все неполадки, относящиеся к первой группе неисправностей. Для этого производят проверку состояния привода генератора и состояние всех соединений зарядной цепи:

1. Проверяется состояние и степень натяжения ремня привода генератора. При нормальном натяжении ремня прогиб посередине его не должен превышать 15 *мм*.

2. Проверяется целостность и крепление проводов, соединяющих клеммы *М, Ш, Я* генератора и реле-регулятора. При необходимости закрепляют зажимы этих клемм.

3. Проверяется целостность проводов и контактных соединений аккумуляторной батареи и при необходимости производится устранение замеченных недостатков.

Убедившись в отсутствии неисправностей первой группы, производят проверку отдельных приборов в зависимости от характера неисправности зарядной цепи.

§ 14. Выявление неисправных узлов зарядной цепи на работающем двигателе при отсутствии зарядного тока

Для того чтобы проверить, какой из приборов неисправен, нужно при работающем двигателе замкнуть проволокой на несколько секунд клеммы *Я* и *Ш* генератора. Если стрелка амперметра покажет зарядку, зна-

чит, генератор работает, не работает реле-регулятор. Если стрелка амперметра останется в прежнем положении, то для окончательного выявления неисправности производят замыкание на мгновение всех клемм *(Б, Я, Ш)* регулятора. Если стрелка амперметра покажет зарядный ток, значит генератор исправен, а неисправно реле обратного тока.

Если стрелка отклонится в сторону разряда — значит, генератор не вырабатывает ток и при замыкании клеммы *Б* и *Ш* ток от аккумуляторной батареи пошел через обмотки генератора. Останавливаем двигатель и производим дальнейшую проверку генератора.

§ 15. Проверка генератора постоянного тока и его узлов

Проверка генераторов в режиме электродвигателя. Эту проверку можно произвести непосредственно на двигателе или после снятия генератора, а также на контрольно-испытательном стенде. Для проверки генератора на двигателе необходимо произвести следующее: снять ремень привода генератора; подключить амперметр по схеме (рис. 39); соединить клеммы *Б, Ш* и *Я* проволокой.

Якорь генератора должен вращаться равномерно без удара и вибрации. Дают возможность генератору работать в течение 2—3 мин. После этого замеряют значение величины тока по амперметру и скорость вращения якоря тахометром. Значение тока для исправного генератора не должно превышать 5—7 *а* при скорости вращения якоря генератора не менее 600—800 об/мин. Данные для различных марок генераторов помещены в таблице 3.

Аналогичным образом проверяют генератор, снятый с двигателя. В случае несоответствия указанным параметрам генератор снимается с двигателя и производится проверка его узлов. При проверке генератора в режиме электродвигателя можно различить три случая:

1) генератор поглощает большой ток, якорь вращается очень медленно, неравномерно или совсем не вращается;

2) генератор поглощает незначительный ток и якорь не вращается;

3) генератор не поглощает тока и якорь не вращается.

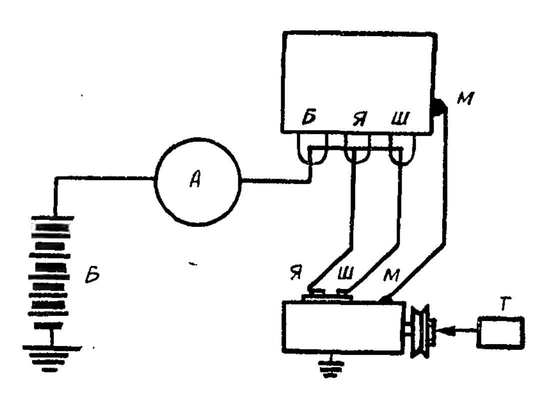


Рис. 39. Схема проверки генератора в режиме электродвигателя непосредственно на двигателе мобильной машины: *А* — амперметр; *Б* — аккумуляторная батарея; *Т* — тахометр; *М, Б, Я, Ш* — клеммы генератора и реле-регулятора.

В первом случае причинами могут быть: замыкание на массу обмоток якоря или обмоток возбуждения электромагнитов; межвитковое замыкание обмоток возбуждения или якоря генератора; замыкание пластин коллектора между собой; замыкание на массу в результате пробоя изоляционной прокладки или изоляции провода плюсовой щетки генератора; износ подшипников генератора, в результате которого якорь задевает за башмаки; обрыв обмотки возбуждения.

Во втором случае часто встречающейся причиной бывает плохое прилегание щеток к коллектору генератора или отсоединение проводов одной из щеток; обрыв цепи обмотки возбуждения.

В третьем случае причиной является разрыв электрической цепи якоря и одновременно обмотки возбуждения генератора.

Проверка состояния обмотки возбуждения генератора. Обмотка возбуждения одним концом соединения с изолированной клеммой *Ш* шунт), наматывается на один, а затем переводится на другой полюсный башмак и крепится винтом к щеткодержателю, который не изолирован от массы.

Для проверки состояния обмотки возбуждения отсоединяют ее от щеткодержателя и включают в цепь источника тока последовательно лампочке (рис. 40). Если нить лампочки будет светиться, то обмотка возбуждения не имеет обрыва. Если лампочка не светится, то в цепи имеется разрыв: перегорела обмотка или отпаялась клемма *Ш* от обмотки. Это необходимо проверить путем разборки.

Проверка состояния изоляции обмоток генератора относительно корпуса (массы). Изоляция токоведущих частей генератора должна выдерживать напряжение 220 *в* в течение 1 минуты. Поэтому эту проверку производят переменным током напряжением 220 *в*. Для предотвращения возможности поражения электрическим током эту проверку обязательно производить в резиновых перчатках.

Индикатором пробоя является электрическая лампочка, включенная в цепь по схеме, изображенной на рис. 42. Щетку генератора, соединенную с корпусом (массой) генератора, удаляют из щеткодержателя. Касаясь одним наконечником клеммы *Я* — якорь, а другим корпуса генератора, наблюдают за контрольной лампочкой, свечение которой свидетельствует о пробое изоляции обмотки якоря или обмотки возбуждения генератора. В случае обнаружения этого устанавливают, в каком именно узле имеется замыкание на массу. Для этого вы-

Рис. 40. Схема проверки состояния обмоток возбуждения генератора.

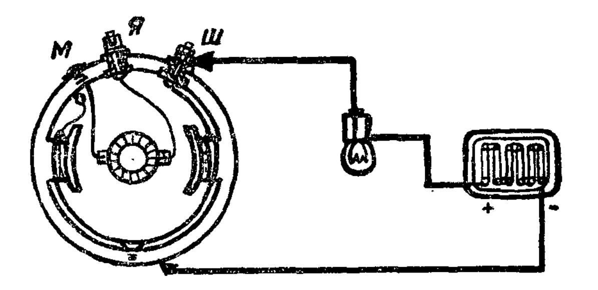


Рис. 41. Схема проверки состояния изоляции относительно массы.

нимают якорь и аналогичным образом проверяют состояние изоляции между обмоткой якоря и сердечником (рис. 42).

Прикасаясь одним наконечником к пластине коллектора, а другим к валу якоря, наблюдаем за контрольной лампочкой, свечение которой свидетельствует о пробое.

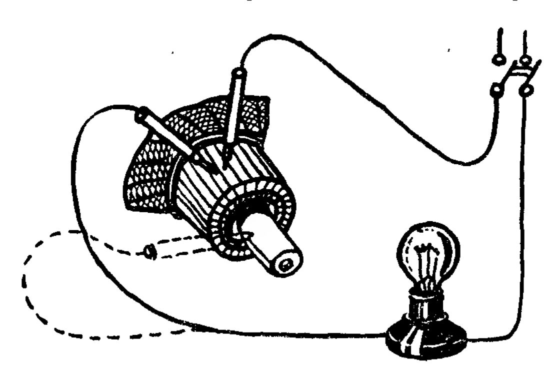


Рис. 42. Проверка изоляции обмотки якоря.

Для проверки изоляции обмотки возбуждения генератора достаточно отсоединить ее от массовой щетки и, прикасаясь одним концом к клемме *Ш*, а другим к корпусу генератора, наблюдают за индикаторной лампочкой. Свечение свидетельствует о пробое.

Проверка состояния якоря генератора. Во время эксплуатации генераторов может произойти перегорание обмотки якоря, отпайка ее от пластин коллектора, замыкание соседних витков.

Целостность обмотки якоря и пайки проверяется так же, как и состояние изоляции. Прикасаясь наконечниками к соседним пластинам, наблюдают за индикаторной лампочкой. Свечение ее свидетельствует о том, что обмотка якоря не повреждена.

Проверка якоря генератора на межвитковое замыкание. Эту проверку можно производить с помощью портативного дефектоскопа ПДО-1. Для этого дефектоскоп устанавливают так, чтобы паз с проверяемой секцией обмотки располагался между воздушными зазорами пакетов стали дефектоскопа (рис. 43).

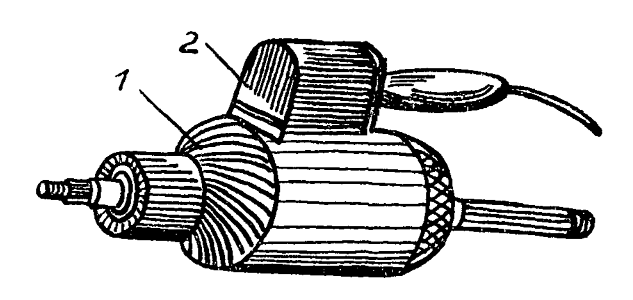


Рис. 43. Проверка якоря на межвитковое замыкание:
1 — якорь генератора; *2* — портативный дефектоскоп ПДО-1

Свечение неоновой лампы дефектоскопа свидетельствует о наличии межвиткового короткого замыкания в секции, расположенной в проверяемом пазу.

Проверка состояния коллектора генератора. Коллектор является той частью в генераторе, на долю которой приходится наибольшее количество неисправностей. Это — признак его конструктивного несовершенства. Требования, предъявляемые к состоянию коллектора: 1) поверхность должна быть чистой и ровной — без выступов и впадин; 2) изолятор между пластинами (слюда) должен быть подрезан на глубину 0,8—1 *мм;* 3) коллектор не должен иметь биения. Если это наблюдается, необходимо проточить коллектор и подрезать слюду на глубину 0,8—1 *мм*; 4) между пластинами не должно быть предметов, которые бы замы-

кали пластины между собой. В случае обнаружения необходимо очищать коллектор.

Несоблюдение указанных требований вызывает сильное искрение под щетками, которое приводит к подгоранию поверхности коллектора, а следовательно, к увеличению сопротивления в контакте щеток и коллектора. Это в конечном итоге приводит к тому, что генератор перестает действовать.

Для устранения неисправности необходимо проверить генератор и при необходимости устранить замеченные неисправности путем проточки коллектора или зачистки его стеклянной бумагой, прорезанием слюды между пластинками на глубину 0,8—1 *мм* и удалением из пазов этих пластин посторонних предметов.

Проверка силы давления пружины щеткодержателя. Для этой цели поднимают щетку и под нее подкладывают полоску тонкой бумаги. Далее зацепляют щетку крючком динамометра за отверстие в рычаге. Ось динамометра должна быть расположена вдоль оси щеток. Замер давления производится по шкале динамометра в тот момент, когда будет возможно свободное передвижение полоски бумаги.

Величина давления рычага на щетки должна соответствовать данным таблицы 3. В случае неудовлетворения этим требованиям щетки или пружины должны быть заменены.

Легкость движения щетки в щеткодержателе определяется перемещением ее после приподнимания рычажка щеткодержателя. При зависании щетки в щеткодержателе необходимо промыть щетку и щеткодержатель бензином. Погнутый щеткодержатель выправить и проверить легкость перемещения в нем щетки.

Притирка и подгонка щеток. В случае малой площади прилегания щеток к поверхности коллектора производят притирку щеток к коллектору стеклянной бумагой зернистостью 80—100. Для этого приподнимают щетку и под нее подкладывают полоску абразивной бумаги зерном в сторону щетки. Опускают щетку и через смотровые окна протаскивают бумагу в обе стороны до

тех пор, пока щетки не будут прилегать к коллектору. При протаскивании бумаги в обе стороны надо иметь в виду, чтобы щетка находилась на выпуклой стороне изогнутой полосы бумаги (см. рис. 44). После притирки щеток удалить абразивную пыль сжатым воздухом.

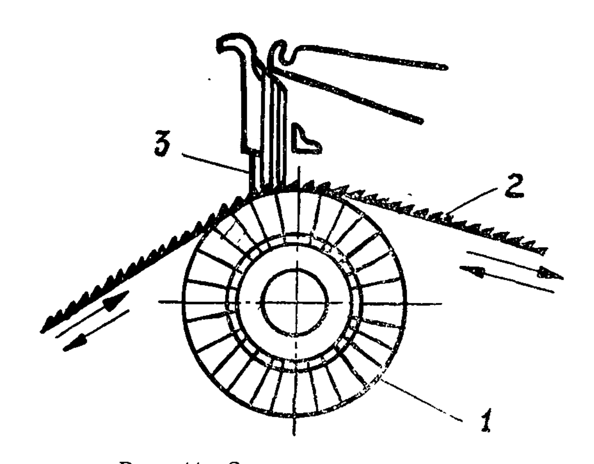


Рис. 44. Схема притирки щеток:

1 — коллектор генератора; *2* — стеклянная бумага; *3* — щетка.

Проверка степени искрения щеток генератора. Искрение в контакте между щеткой и коллектором генератора является следствием загрязнения контактных поверхностей, неплотного прилегания щеток к коллектору, износа коллектора и его биения, замыкания между коллекторными пластинами.

Проверку производят в следующей последовательности: 1. Включают генератор в цепь нагрузки. 2. Запускают двигатель и устанавливают максимальные обороты

коленчатого вала. 3. С помощью нагрузочного реостата или путем включения соответствующего количества потребителей нагружают генератор до значения тока, соответствующего номинальному. В это время допускается незначительное искрение голубоватого цвета по всей длине щетки.

§ 16. Составление и расчет нагрузки, необходимой для проверки работы генераторов

При проверке работы генераторов в качестве нагрузки используются реостаты, а регистрирующим устройством является амперметр. Однако вследствие отсутствия указанных выше приборов иногда приходится использовать в качестве нагрузки осветительную и другую аппаратуру, потребляемый ток которой заранее известен.

Например: составить нагрузку для проверки и регулировки регулятора напряжения и ограничителя тока генератора Г-12Г. По таблице 3 находим, что этот генератор допускает максимальный ток 18 *а* при напряжении 12,5 *в*. Для проверки и регулировки регулятора напряжения нагрузка должна составлять 50—60% от максимальной, т. е. ток нагрузки должен быть около 10 *а*. При проверке ограничителя тока эта нагрузка должна соответствовать максимально допустимой, т. е. 18 амперам.

Для подбора нагрузки нужно знать мощность потребителей. Ток, потребляемый ими при номинальном напряжении, можно определить путем деления мощности на это напряжение. Таким образом, составление необходимой нагрузки для проверки приборов можно осуществлять в следующих условиях: 1) при наличии амперметра и реостата, 2) при наличии только амперметра, 3) при отсутствии амперметра и реостата. В первом случае нагружение производится реостатом. Амперметр является регистрирующим устройством нагрузки. Во втором случае включением осветительных и других приборов производим нагружение генератора для проверки соот-

ветствующего прибора реле-регулятора. В третьем случае нагрузку составляем из приборов, потребляемый ток которых известен.

Потребляемый ток батарейного зажигания составляет около трех ампер; контрольных приборов (температуры воды, давления масла и пр.) и их осветительных лампочек — около 0,8 *а*. Батарею при проверке регулятора напряжения и ограничителя тока необходимо исключить путем отсоединения одной из ее клемм.

Ток, потребляемый осветительной аппаратурой и другими приборами, можно определить по известным техническим данным.

В приведенном примере в случае установки генератора Г-12Г на автомобиле для проверки и регулировки регулятора напряжения достаточной нагрузкой будет включение дальнего света фар. В этом случае нагрузка будет составлять: две лампочки типа А-40 по 50 свечей и мощностью 42,8 *в* каждая; потребляют ток

$$\frac{2 \times 42{,}8}{12} = 6{,}84\ a.$$

При регулировке регулятора напряжения значение этого тока будет на 15—18% больше расчетного, так как регулируемое напряжение больше номинального. Таким образом, можно предполагать нагрузку от включения ламп дальнего света, равную 7—8 *а*. Остальную часть нагрузки будут составлять батарейное зажигание, лампочка заднего фонаря и контрольные приборы.

§ 17. Порядок проверки приборов реле-регулятора на двигателе мобильной машины

Проверка регулятора напряжения: а) включают измерительные приборы по схеме, изображенной на рис. 45; б) запускают двигатель и устанавливают среднее число оборотов коленчатого вала двигателя; в) с помощью реостата или путем включения соответствующих приборов электрооборудования автомобиля (см. § 16) создают необходимую нагрузку;

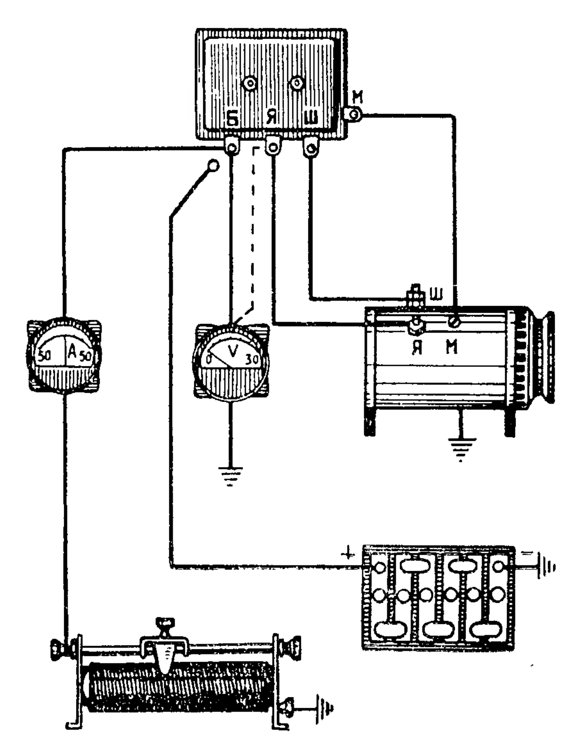


Рис. 45. Проверка и регулировка реле-регулятора на двигателе мобильной машины.

г) замеряют значение напряжения, подключая приборы по схеме, изображенной на рис. 45 (напряжение можно замерять путем подключения вольтметра одним концом к клемме *Я* реле-регулятора или генератора, а другим —

на массу). При несоответствии этого напряжения требованиям, изложенным в § 11 настоящей главы, необходимо произвести регулировку регулятора напряжения.

Проверка и регулирование ограничителя тока: а) скоростной режим оставляют такой же, как и для регулятора напряжения; б) с помощью реостата доводят нагрузку до максимальной, допустимой для проверяемого генератора. Дальнейшее увеличение нагрузки вызывает размыкание контактов ограничителя тока. При несоответствии произвести регулировку на стенде.

§ 18. Основные неисправности реле-регуляторов

Неисправности регуляторов напряжения:

а) при увеличении числа оборотов якоря генератора напряжение на его зажимах повышается. Это повышение может вызвать перезарядку аккумуляторов и порчу потребителей. Причиной этой неисправности может быть нарушение целостности цепи обмотки регулятора напряжения в результате перегорания ускоряющего сопротивления или шунтовой обмотки *РН;* при ослаблении крепления добавочного сопротивления; при нарушении крепления массового провода на клемме *М* генератора или реле-регулятора; при уменьшении сопротивления в обмотках реле-регулятора вследствие виткового замыкания в них. Все перечисленные неисправности вызывают чрезмерное повышение напряжения и тока в обмотке возбуждения генератора, в результате чего может быть нарушена изоляция и крепление обмотки к клеммам.

Для устранения этих неисправностей необходимо проверить цепь обмотки регулятора напряжения, используя схемы реле-регуляторов; проверить целостность проводов, соединяющих реле-регулятор с массой;

б) генератор не развивает необходимого напряжения. При работе генератора без нагрузки размыкание контактов *РН* сопровождается сильным искрением. Это вызвано тем, что в цепи обмотки возбуждения генератора

при размыкании контактов увеличилось добавочное сопротивление и часть тока самоиндукции, образованного при размыкании контактов регулятора напряжения, проходит через контакты *РН*. Увеличение сопротивления может возникнуть вследствие перегорания добавочных сопротивлений или нарушения контактов в местах их крепления.

Искрение контактов вызывает образование нагара, которое можно рассматривать как добавочное сопротивление. Последнее влияет на значение тока возбуждения при замкнутых контактах *РН* и на значение напряжения на зажимах генератора. Для устранения рассмотренной неисправности необходимо проверить состояние сопротивлений и зачистить контакты *РН;*

в) напряжение на зажимах генератора при увеличении числа оборотов якоря достигает очень небольшого значения (3—4 вольт). Это может произойти вследствие разрыва цепи обмотки возбуждения генератора. Если при замыкании клемм *Я* и *Ш* генератора или реле-регулятора происходит повышение напряжения, то нарушенной является часть цепи обмотки возбуждения генератора, заключенная в реле-регуляторе. Таковыми могут быть: обрыв ускоряющей обмотки *ОТ* или выравнивающего сопротивления, отсоединение или обрыв выравнивающей обмотки, находящейся на сердечнике *РН,* попадание частиц абразивной пыли или других каких-либо изоляционных частиц между контактами *РН* и *ОТ;*

г) напряжение на зажимах генератора достигает необходимого значения лишь при средних оборотах. Регулятор напряжения вступает в действие при более низких оборотах. Это может произойти вследствие межвиткового замыкания ускоряющей обмотки *ОТ,* которая выполняет роль выравнивающего сопротивления по отношению к *РН*. При этой неисправности значение выравнивающего сопротивления уменьшается и регулятор напряжения вступает в действие при более низком значении напряжения. С увеличением числа оборотов напряжение увеличивается вследствие наличия ускоряющего сопротивления или ускоряющей обмотки.

Неисправности ограничителя тока. Основные неисправности ограничителя тока аналогичны неисправностям регулятора напряжения. Окисление контаков *ОТ* ведет к снижению напряжения и мощности генератора. Увеличение добавочного сопротивления *ОТ* или выход его из строя ведет к усиленному искрению между контактами. Чрезмерное натяжение пружины или увеличенный зазор между якорьком *ОТ* и сердечником ведет к увеличению ограничиваемого тока.

Неисправности реле обратного тока. Контакты реле обратного тока не замыкаются. Причина этой неисправности: обрыв основной обмотки реле обратного тока; напряжение включения реле обратного тока выше напряжения регулируемого регулятором напряжения.

Контакты реле обратного тока не размыкаются. Это происходит вследствие неправильной регулировки реле обратного тока на значение величины обратного тока (большой зазор между якорьком и сердечником, слабое натяжение пружины) или вследствие сваривания контактов реле, когда площадь касания их очень небольшая (точечное касание).

§ 19. Неисправности селеновых выпрямителей и уход за ними

Выпрямитель выходит из строя при эксплуатации в основном из-за селеновых шайб, а в отдельных случаях— из-за механических повреждений и отпайки соединительных шин. Шайбы повреждаются при попадании на них влаги, а также при коротких замыканиях в проводнике и при нарушениях соединений с массой выпрямителя или реле-регулятора. Поэтому необходимо особенно внимательно следить за надежностью соединений клеммы «—» выпрямителя и клеммы *М* реле-регулятора с массой.

Если трактор длительное время не эксплуатировался,

то при первом пуске двигателя возможно на выпрямителе легкое искрение между шайбами. Это искрение исчезает после нескольких часов работы и не является признаком неисправности выпрямителя.

Надежность работы выпрямителя снижается во влажной атмосфере. Особенно опасны для него снег и обледенение. Для защиты от влаги шайбы покрываются эмалевой краской, за целостностью которой необходимо следить. По мере шелушения краски необходимо производить подкрашивание выпрямителя. При удалении оставшейся краски необходимо соблюдать особую осторожность, чтобы не повредить рабочего слоя селена.

Рис. 46. Схема проверки выпрямителей по величине обратного тока:

1 — источник постоянного напряжения 14в; *2* — переключатель; *3* — переключатель фаз; *4* — выпрямитель; *5* — селеновые шайбы.

При переборке и пайке выпрямителя нужно следить за тем, чтобы капли расплавленного припоя не попадали на селеновые элементы. Паяльник не должен касаться селеновых элементов выпрямителей. Всю пайку необходимо производить с помощью бескислотного флюса.

Уход заключается в периодической проверке и затяж-

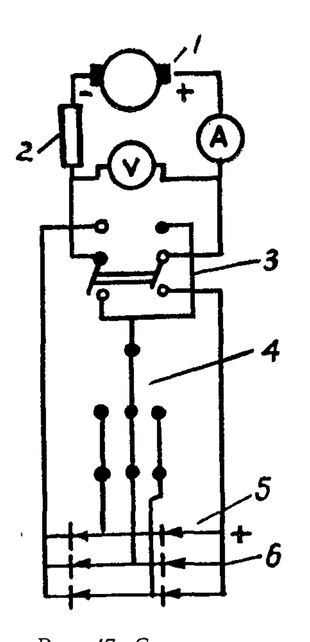


Рис. 47. Схема проверки выпрямителей по величине падения напряжения:

1 — источник постоянного тока; *2* — реостат; *3* — переключатель; *4* — переключатель фаз; *5* — выпрямитель; *6* — селеновые шайбы.

ке винтов крепления выпрямителя и клемм, а также в регулярной очистке их от пыли и грязи. Удалять пыль с шайб выпрямителя можно только сжатым воздухом.

Проверка работоспособности выпрямителя. Для проверки выпрямителя на тракторе следует подключить параллельно зажимам «+» и «—» вольтметр. После запуска двигателя отключить аккумуляторную батарею. При исправном выпрямителе вольтметр показывает напряжение от 12,5 до 15 *в*.

Проверяют выпрямители также по величине обратного тока и падению напряжения в каждом плече выпрямителя (при прямом токе).

Обратный ток измеряется путем поочередного присоединения каждого плеча на напряжение 14 *в* (рис. 46). Он не должен превышать 2 *а*. Измерения тока производятся через 30 секунд после включения.

Определение падения напряжения при прямом токе производится путем поочередного присоединения каждого плеча к источнику постоянного тока, позволяющего

регулировать значение тока, протекающего через плечо (рис. 47). Значение падения напряжения проверяется через 30 секунд после включения. При прямом токе, равном 0,2 номинального тока, оно не должно быть больше 2 *в*.

Глава ЧЕТВЕРТАЯ

СТАРТЕРЫ

§ 1. Основные понятия и общие требования

Стартерное устройство — это совокупность источника механической энергии и автоматического сцепляющего устройства, позволяющих осуществлять начальное вращение коленчатого вала двигателя со скоростью, необходимой для пуска двигателя и автоматического отключения его после запуска. Оно обеспечивает совершение вспомогательных процессов рабочего цикла двигателя с необходимой скоростью. Исходя из этого определения, стартерные устройства должны состоять из следующих частей: источника механической энергии, механизма привода и включающего устройства.

Источником механической энергии могут быть: мускульная энергия человека, сжатый воздух, электрический двигатель, кинетическая энергия вращающейся детали, двигатель внутреннего сгорания. Механизмом привода — рукоятка, шнур, шестерня бендикса или муфта. Механизмом включения — храповик, фасонная выемка на маховике, специальное устройство бендикс.

Рассмотрим стартерное устройство с электрическим двигателем. Для этих целей применяются электродвигатели о последовательным возбуждением — обмотки стартера и якоря включены последовательно. Это позволяет наиболее полно использовать источники электрической энергии при сравнительно небольших габаритных размерах электродвигателя. Обмотки имеют большое сечение, которое позволяет пропускать значительный ток, от ко-

торого зависит крутящий момент на валу электродвигателя и число оборотов.

При вращении якоря стартерного электродвигателя (в дальнейшем для краткости вместо слов «стартерный электродвигатель» будем использовать слово «стартер») в его обмотках наводится электродвижущая сила, направленная против *эдс* аккумуляторной батареи. Эта электродвижущая сила, называемая обратной *эдс*, будет увеличиваться с увеличением числа оборотов якоря. С увеличением оборотов якоря уменьшаются ток, потребляемый стартером, и крутящий момент на валу якоря. При каком-то определенном числе оборотов якоря крутящий момент может уменьшиться до нуля.

Число оборотов, соответствующее нулевому значению крутящего момента, называется числом оборотов холостого хода, а ток, потребляемый стартером при холостых оборотах, называется током холостого хода. Число оборотов холостого хода может достигать очень больших значений (50—80 тыс.). Специальные устройства, применяемые в стартерах, уменьшают эти значения. Применяемые в современном машиностроении стартеры имеют число оборотов холостого хода в пределах 2,5—8 тысяч. Ток холостого хода изменяется от 45 до 110 *а*, в зависимости от мощности стартера.

Самое большое значение крутящего момента стартер имеет при заторможенном якоре в первый момент включения, когда через обмотки стартера и якоря проходит максимальный ток. Этот ток называется током короткого замыкания. От него зависит значение крутящего момента. Он изменяется от 200 до 1200 *а* для различных стартеров. Число оборотов, соответствующее максимальной мощности, будет находиться в интервале между числом оборотов холостого хода и моментом короткого замыкания.

При батарейном зажигании пусковое число оборотов коленчатого вала примерно равно 40—50 об/мин; при зажигании от магнето оно равно 200—250 об/мин.

Для пуска дизелей требуется сообщить коленчатому валу большее число оборотов, чем для карбюраторных

двигателей, так как при медленном вращении коленчатого вала сжимаемый воздух не достигнет температуры, обеспечивающей воспламенение топлива, впрыснутого в камеру сгорания. Это число оборотов зависит от конструкции камеры сгорания и находится в пределах 100—150 об/мин. для дизелей с непосредственным впрыском и 150—250 об/мин. для дизелей с разделенными камерами сгорания.

Мощность стартера, необходимая для пуска двигателей, зависит также от литража и должна соответствовать 0,25—0,35 *л. с.* на 1 *л* рабочего объема цилиндров карбюраторного двигателя и 1,5—1,7 *л. с.* на 1 л рабочего объема дизельного двигателя.

Передаточное число от шестерни бендикса к венцу маховика для карбюраторных двигателей равно 13—17, а для дизелей — 8—10. Введение шестерен бендикса в зацепление с венцом маховика осуществляется под действием усилия рук или ног водителя или под действием электромагнита. Устройство механизма привода должно быть таким, чтобы крутящий момент передавался только при полном замыкании зубьев шестерен и чтобы после пуска двигателя якорь стартера не переходил из ведущего состояния в ведомое.

§ 2. Устройство стартера

Он состоит из стального корпуса, к которому с внутренней стороны винтами прикрепляются четыре башмака, являющихся полюсными сердечниками катушек обмоток возбуждения (рис. 48). На валу якоря закреплен сердечник с обмотками и коллектором. На прямых или спиральных шлицах вала якоря установлен механизм привода с шестерней, муфтой свободного хода и поводковой муфтой. Вал якоря опирается на три или два подшипника скольжения, изготовленных в виде втулок из пористой бронзы или металлокерамики. На корпусе стартера расположен электромагнит тягового реле с включателем для замыкания цепи стартера (стартеры

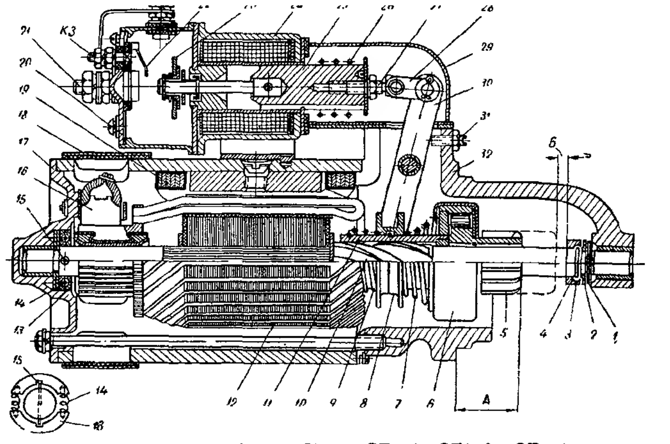


Рис. 48. Стартеры СТ21, СТ14, СТ101, СТ130, СТ130Б

1 — регулировочные шайбы; *2* — упорная шайба; *3* — упорное кольцо; *4* — замочное кольцо; *5* — шестерня привода; *6* — муфта свободного хода; *7* — буферная пружина; *8* — поводковая муфта; *9* — пружина; *10* — ленточная нарезка вала; *11* — втулка привода; *12* — якорь; *13* — колодка тормоза; *14* — пружина тормоза; *15* — шип; *16* — щетка; *17* — крышка; *18* — защитная лента; *19* — катушка обмотки возбуждения; *20* — крышка тягового реле; *21* — зажим реле; *22* — контактная пластина зажима *КЗ*; *23* — контактное кольцо; *24* магнитопровод тягового реле *25*—якорек реле; *26*—возвратная пружина; *27* — регулировочный винт якорька реле; *28* — соединительное звено; *29* и *32* — крышки; *30* — рычаг привода; *31* — регулировочный винт; позиции *13, 14* и *15* от-

СТ14, СТ21, СТ103, СТ130) или только контактное устройство (рис. 49) — стартеры СТ8, СТ20, СТ15).

При замыкании цепи стартера через его обмотки проходит ток, который создает магнитное поле вокруг витков обмотки возбуждения стартера и вокруг витков обмотки якоря. Эти два поля имеют разное направление магнитных силовых линий. От взаимодействия магнитного поля якоря с магнитными полями полюсов якорь начинает вращаться и при помощи специального привода с шестерней вращает венец маховика двигателя.

Обмотки катушек возбуждения изготовлены из медного провода и имеют большое сечение прямоугольной формы. Число витков сравнительно небольшое — 5—8 на одной катушке.

Обмотки якоря выполнены также из медного провода круглого (СТ4) или прямоугольного сечения. Число пазов в якоре равно числу пластин коллектора. В каждом пазу по одной секции и в каждой секции по 1 витку (2 витка содержат секции стартера СТ4 (СТ350) и его модификации). Вследствие большого сечения проводов обмоток якоря и катушек возбуждения сопротивление цепи стартера незначительное. Это позволяет пропускать через обмотки большой ток и соответственно получать большой крутящий момент. Для уменьшения сопротивления в обмотке возбуждения и для увеличения тока в мощных стартерах (СТ103, СТ26, СТ212 и др.) применяется параллельное соединение ветвей, состоящих из двух последовательно соединенных катушек, вместо последовательного соединения всех катушек в менее мощных стартерах (СТ4, СТ8, С350 и др.).

Витки обмотки изолированы друг от друга тонкой бумагой. Катушки обмотки возбуждения оплетены хлопчатобумажной лентой и пропитаны лаком.

Щетки изготовлены из медно-графито-свинцового сплава (90% меди, 6% свинца и 4% графита). Добавка свинца способствует улучшению коммутации, уменьшению падения напряжения под щетками и уменьшению износа коллектора. С этой же целью в щетки добавляется до 3% олова. Улучшению контакта между коллек-

тором и щетками способствуют пружины, которые прижимают щетки с определенным усилием к коллектору (см. табл. 5). Щетки устанавливаются в коробчатые щеткодержатели. Щеткодержатели плюсовых щеток изолированы от крышек гетинаксовыми прокладками. Два других щеткодержателя соединены с массой.

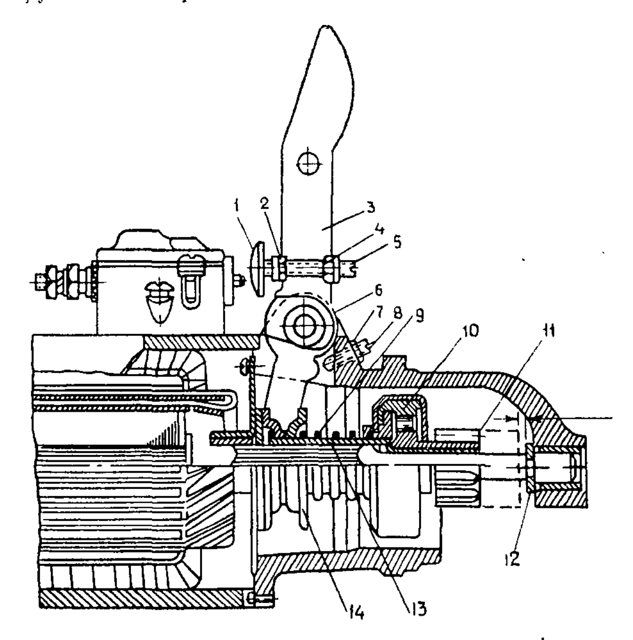


Рис. 49. Стартер СТ8:

1 — головка регулировочиого виита; *2* и *4* — коитргайки; *3* — рычаг; *5* — регулировочный винт; *6* — возвратиая пружина; *7* — коитргайка; *8* — упориый винт; *9* — буфериая пружина; *10* — муфта свободного хода; *11* — шестерия; *12* — упорная шайба; *13* — втулка; *14* — поводковая муфта.

§ 3. Типы сцепляющих устройств и способы управления стартером

Конструкция электродвигателя почти одинакова у всех стартеров и имеются лишь мелкие конструктивные различия. Механизмы сцепления и расцепления стартера с венцом маховика, а также управление этими механизмами различны как по принципу действия, так и по конструкции.

Основные требования, предъявляемые к этим механизмам, можно сформулировать следующим образом: ввод шестерни в зацепление может происходить принудительно или автоматически, а расцепление — только автоматически, так как в противном случае возможен разнос якоря — вырывание обмотки из пазов под действием центробежной силы. Это обеспечивается устройством, позволяющим передавать крутящий момент только в одном направлении. Такое устройство также обеспечивает предохранение стартера от поломок в случае обратного удара при преждевременной вспышке в момент запуска двигателя.

Существуют три типа сцепляющих устройств:

1) с инерционным включением, когда введение шестерни стартера в зацепление с маховиком и вывод ее из зацепления происходит автоматически;

2) с механическим включением, когда введение шестерни в зацепление и вывод ее из зацепления производится принудительно;

3) с самовыключением шестерни, когда введение шестерни в зацепление с маховиком происходит принудительно, а вывод ее из зацепления — автоматически. Первый в настоящее время почти не применяется.

Существуют два способа управления стартером: непосредственное управление, когда цепь стартера замыкается водителем путем замыкания соответствующих контактов цепи стартера, и дистанционное управление, когда цепь стартера замыкается намагниченным специальной обмоткой сердечником. Последний способ позволяет значительно упростить механизм управления стартером и

использовать лишь небольшой включатель, необходимый для замыкания цепи катушки электромагнита или специального реле включения.

Широкое применение получили стартеры с механическим включением шестерни. Отключение шестерни производится за счет муфты свободного хода, а выведение шестерни из зацепления — также механически.

При таком включении шестерня перемещается по прямым или спиральным шлицам вала при помощи рычага 3 (рис. 49), на который воздействует усилие водителя или электромагнита. Включатель обычно устанавливается непосредственно на стартере и включается только тогда, когда шестерня введена в зацепление с венцом маховика. Шестерня связана со шлицевой втулкой, сидящей свободно на валу якоря через муфту свободного хода. Схема муфты показана на рис. 50.

Шлицевая втулка *1*, фланец *2* и фигурный барабан *3* жестко соединены в единое целое. Втулка *6* с фигурной наружной поверхностью изготовлена заодно с шестерней и свободно насажена на вал стартера (не на шлицах). Для уменьшения трения внутри нее имеются две бронзовые втулки. Между втулкой и фигурным барабаном находятся четыре ролика *5*, четыре толкателя *8* с пружинами *9*. Толкатели нажимают на ролики, которые заклиниваются в сужении между втулкой *6* и телом фигурного барабана. Так передается вращение от шлицевой втулки к шестерни *7*.

После пуска двигателя зубчатый венец маховика вращает шестерню. Это вызывает перемещение роликов в сторону расклинивания. Вращение от маховика к валу стартера не передается. Чтобы шестерня при полном нажатии на рычаг включения не задевала за внутренний торец крышки стартера, в крышке имеется регулировочный винт *8*. С помощью этого винта регулируется зазор между шестерней и шайбой *12* (рис. 49).

В настоящее время широкое применение нашли устройства с электромагнитным включением шестерен и дистанционным управлением.

На рис. 51 представлена схема такого стартерного

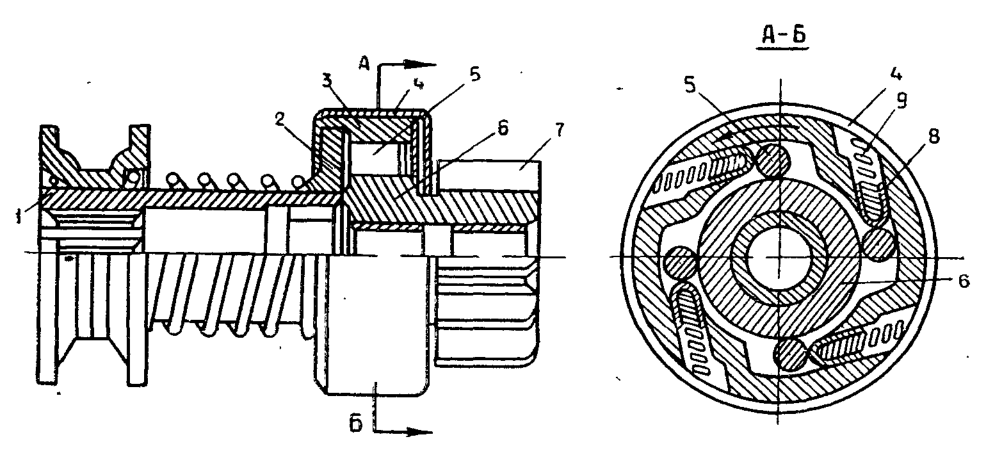


Рис. 50. Муфта свободного хода:

1 — шлицевая втулка; *2* — фланец; *3* — фигурный барабан; *4* — кожух муфты; *5* — ролики; *6* — втулка; *7* — шестерня; *8* — толкатель; *9* — пружина толкателя.

устройства. Оно состоит из стартера, тягового реле и реле включения. На валу якоря стартера со спиральными шлицами насажена с такими же шлицами втулка, соединенная через муфту свободного хода с шестерней бендикса (рис. 48). Шестерня вводится в зацепление посредством рычага и муфты включения тяговым реле. Включается тяговое реле с помощью дополнительного реле и специального выключателя (на автомобилях он объединен с выключателем зажигания).

Тяговое реле состоит из латунной втулки *1* (рис. 51) (латунь не пропускает магнитные силовые линии), на которой намотаны две обмотки: втягивающая *2* и удерживающая *3*. Обе обмотки имеют один общий контакт *4*, соединенный с неподвижным контактом реле включения *С*. Второй конец втягивающей обмотки прикреплен к клемме *5* и соединен с клеммой стартера *6*. Удерживающая обмотка вторым концом прикреплена к массе. Сверху катушки закрыты кожухом *7*, который является магнитопроводом. Внутри латунной втулки помещен стальной сердечник *8*, находящийся под воздействием возвратной пружины *9*. С одной стороны сердечника имеется шток *10*, на котором находится контактное кольцо *11*, изолированное от штока изоляционной втулкой и шайбами. С другой стороны ввернут регулировочный винт *12*. Вращение сердечника при регулировках предотвращается шипом *13*, который входит в соответствующий паз сердечника *8*.

Реле включения состоит из ярма *14*, сердечника *15* с намотанной на него обмоткой *16* якорька *17* с подвижным серебряным контактом, стойки *18*, изолированной от ярма и сердечника, с неподвижным серебряным контактом. Контакты находятся в разомкнутом состоянии под действием пружины. Зазор между якорьком и сердечником регулируется ограничителем *20*, являющимся продолжением ярма. Реле установлено на изолированной пластине с зажимами *Б*, *С*, K_1 и K_2.

Работа тягового реле и реле включения. При повороте ключа зажигания *К* или специального ключа (МТЗ-50) в рабочее положение ток в цепи

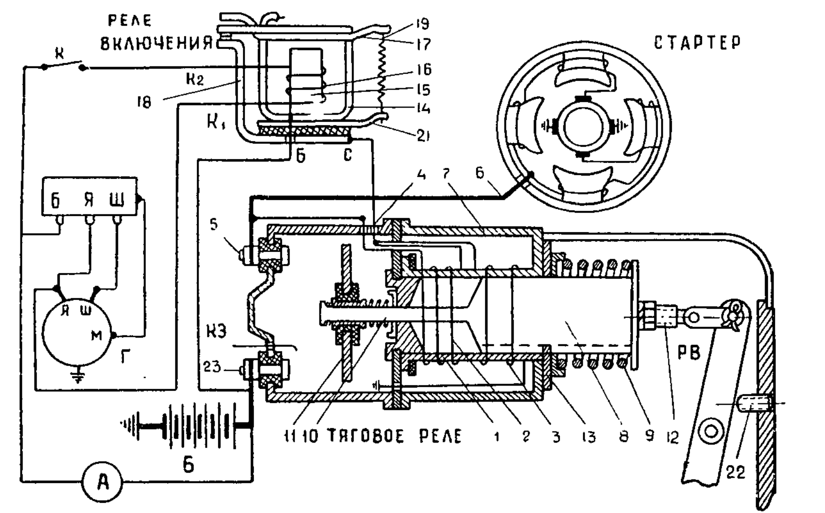


Рис. 51. Схема стартерного устройства с дистанционным управлением:

1 — латунная втулка; *2* — втягивающая обмотка; *3* — удерживающая обмотка; *4* — клемма; *5, 6, 23* — клеммы основной цепи стартера; *7* — магнитопровод; *8* — сердечник; *9* — возвратная пружина; *10* — шток; *11* — контактное кольцо; *12* — регулировочный винт; *13* — шип; *14* — ярмо; *15* — сердечник; *16* — обмотка возбуждения; *17* — якорек; *18* — стойка; *19* — пружина; *20* — ограничитель; *21* — пластина; *22* — упор.

обмотки *1* реле включения будет проходить по следующему пути: отрицательная клемма батареи *Б* — масса — отрицательная щетка генератора — обмотка якоря генератора — зажимы *Я* генератора и реле-регулятора — обмотка реле включения *16* — замок зажигания *К* — клемма *Б* реле-регулятора — амперметр — зажим тягового реле — положительная клемма батареи. Появившийся магнитный поток в сердечнике реле включения преодолевает сопротивление пружины *19* и замыкает контакты, в результате чего включается в цепь аккумуляторной батареи удерживающая и втягивающая обмотки тягового реле. Путь тока в них следующий: во втягивающей обмотке — массовая клемма аккумуляторной батареи — минусовая щетка стартера — обмотки якоря и катушки возбуждения — зажим тягового реле — втягивающая обмотка — ярмо, якорек, замкнутые контакты реле включения — зажим тягового реле — положительная клемма батареи; в удерживающей обмотке путь тока такой же, отличается лишь тем, что он не проходит через обмотки стартера, а идет с массы прямо в обмотку.

Под действием магнитного потока, созданного обмотками тягового реле, сердечник втягивается, преодолевая сопротивление возвратной пружины *9* и поворачивая рычаг включения *РВ*. Рычаг воздействует на муфту и пружину, передвигая муфту свободного хода и шестерню по винтовым шлицам вала якоря стартера (рис. 49). Одновременно якорь тягового реле перемещает контактное кольцо *11*. Как только шестерня начнет входить в зацепление с венцом маховика, контактное кольцо замкнет накоротко добавочное сопротивление катушки зажигания *КЗ*, а затем соединит главные контакты реле включения *5* и *23*, закоротив втягивающую обмотку (для удержания сердечника во втянутом состоянии будет достаточно магнитного потока удерживающей обмотки, так как воздушный зазор будет сведен до минимума).

Ток через обмотки стартера пойдет следующим путем: отрицательная клемма батареи — щетки и обмотки стар-

тера — контакты и контактное кольцо тягового реле — положительная клемма батареи. Вал стартера начинает вращаться, вследствие чего муфта свободного хода свинчивается с вала и сжимает буферную пружину *7* (рис. 48). В результате этого шестерня полностью входит в зацепление с венцом маховика и проворачивает коленчатый вал. Как только двигатель будет запущен, обмотка реле включения будет находиться под воздействием двух разнонаправленных *эдс* аккумуляторной батареи и генератора. С возрастанием *эдс* генератора значение тока в обмотке реле включения уменьшается и вследствие этого уменьшается магнитный поток в сердечнике и пружина разомкнет контакты, замыкающие цепь удерживающей обмотки тягового реле. Возвратная пружина *9* (рис. 51) передвинет сердечник из латунной втулки, размыкая цепь стартера и выводя из зацепления с венцом маховика шестерню бендикса.

Рассмотренное соединение втягивающей обмотки через якорь генератора обеспечивает автоматическое выключение стартера после пуска двигателя и предотвращает случайное включение стартера, когда двигатель работает. Одновременно такое включение уменьшает время работы муфты свободного хода.

В случае заклинивания шестерни в венце маховика возвратная пружина производит отключение батареи от стартера за счет преодоления сопротивления пружины *9*, находящейся по левую сторону от поводковой муфты *8*. Описанное устройство применяется в стартерах СТ21, СТ14, СТ130-Б, СТ4.

§ 4. 24-вольтовые стартеры с механизмами самовыключения шестерен
(СТ25, СТ26, СТ30, СТ100, СТ103)

Для пуска дизельных двигателей автомобилей, тракторов и комбайнов (МАЗ-200, ЯАЗ-219, К-700, СК-4) применяются 24-вольтовые стартеры с электромагнитным включением, дистанционным управлением и механизмом автоматического самовыключения шестерни из зацепле-

ния с венцом маховика после пуска двигателя. Повышение напряжения позволило повысить рабочее число оборотов якоря стартера, которое необходимо для пуска дизельных двигателей. Однако с увеличением оборотов опасность разноса стартера при заедании муфты свободного хода увеличилась. Это предотвращает механизм, осуществляющий самовыключение шестерни после пуска двигателя.

Большая скорость вращения и большой диаметр сердечника якоря, а также большое сечение проводов его обмотки создают значительные центробежные силы в проводах. Выброс их из пазов предотвращается бандажами *1* (рис. 52), которые представляют собой стальную луженую проволоку, намотанную поверх проводов. Под проволоку подложена прокладка из электроизоляционного картона. Концы секции обмотки якоря привариваются в прорезях петушков пластин коллектора медью в нейтральной среде (азоте).

Вал якоря вращается на трех подшипниках скольжения. Смазка осуществляется от масленок. В каналы этих масленок устанавливаются фитили. Якорь имеет правую винтовую ленточную нарезку, по которой перемещается сцепляющий механизм под действием рычага включения *10,* приводимого от тягового реле *3,* укрепленного на корпусе стартера.

Устройство и действие сцепляющего механизма. На валу якоря может свободно скользить и вращаться стакан *12,* имеющий ступицу с гладкой внутренней поверхностью. В стенке стакана профрезерован косой паз *20.* В него входит палец *21* рычага включения *10.* По резьбе вала может скользить ведущая гайка *18,* имеющая выступы *6,* которые входят в пазы хвостовика шестерни *14.* Между гайкой *18* и внутренним торцом шестерни *14* установлена пружина *13,* а на ступицу стакана *12* насажена буферная пружина *11,* упирающаяся в шайбу *19.* Шайба удерживается наружной отбортовкой стакана.

Между шлицами шестерен и вала по окружности имеется зазор, который допускает поворот шестерни на

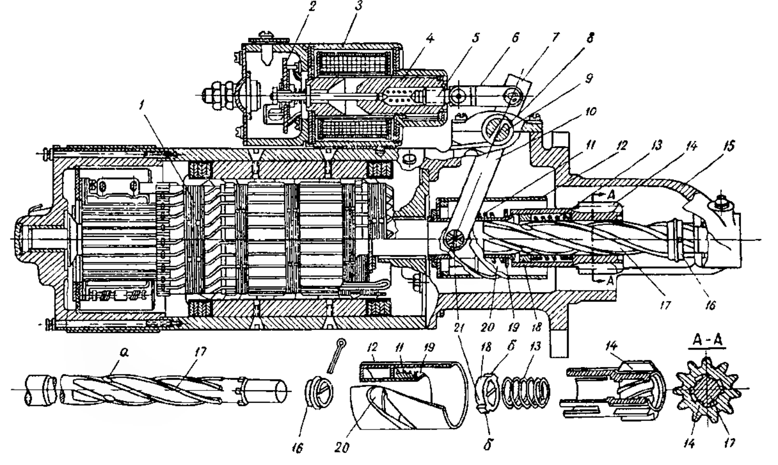


Рис. 52. Стартеры СТ103 и СТ26:

1 — бандаж; *2* — контактное кольцо; *3* — тяговое реле; *4* — якорек; *5* — регулировочный винт; *6* — серьга; *7* — тяга; *8* — возвратная пружина; *9* — палец; *10* — рычаг; *11* — буферная пружина; *12* — стакан; *13* — пружина; *14* — шестерня; *15* — крышка; *16* — упорное кольцо; *17* — ленточная вырезка вала; *18* — ведущая гайка; *19* — шайба на ступице стакана; *20* — винтовой паз стакана; *21* — палец рычага; *а* — углубления на вырезке вала; *б* — выступы ведущей гайки.

один зуб. Этим обеспечивается включение шестерни в зацепление с венцом маховика в том случае, когда зуб шестерни упирается в зуб маховика.

При замыкании цепи втягивающей обмотки тягового реле *3,* сердечник *4* перемещается внутрь латунной втулки, поворачивая рычаг включения *10.* Палец *21* рычага *10* входит в углубление паза *20* и перемещает стакан. Стакан своей ступицей воздействует на торец ведущей гайки *18.* Последняя через пружину *13* воздействует на шестерню *14,* которая перемещается в сторону включения с венцом маховика. Если зуб шестерни упрется в зуб венца, то шестерня на мгновение остановится, а гайка будет продолжать перемещаться, сжимая пружину *13* и поворачивая шестерню *14* вокруг оси до совмещения зуба шестерни с впадиной венца маховика. В это время выступы ведущей гайки будут находиться в пазах ступицы *14.* Одновременно ступица шестерни будет деформировать демпферную пружину *11* через шайбу *19.*

При дальнейшем перемещении сердечника *4* произойдет замыкание контактным кольцом *2* основной цепи стартера. Якорь начнет вращаться, передавая крутящий момент через винтовую нарезку шестерне *14.* Вследствие наличия винтовой нарезки при условии, что вал стартера является ведущим, создается осевое усилие, которое содействует перемещению шестерни в сторону зацепления с венцом маховика. Ограничивается перемещение упорным кольцом *16.* Вместе с валом якоря начинает поворачиваться стакан *12,* а наличие винтового паза в нем способствует перемещению его от шестерни под действием пружины. Происходит расцепление рычага включения *10* с шестерней *14.*

После пуска двигателя венец маховика становится ведущим, а шестерня ведомой, вследствие этого возникает осевое усилие, которое отбрасывает шестерню в сторону выключения. Смягчает удар при отбрасывании шестерни буферная пружина *11.*

Таким образом, шестерня автоматически выходит из зацепления с венцом маховика после пуска двигателя.

Устройство и действие переключателя батарей ВК30-Б с 12 вольт на 24 вольта

Все электрооборудование автомобилей, тракторов и комбайнов обычно рассчитано на 12 *в*, а стартеры (СТ25, СТ26, СТ100, СТ103) на напряжение 24 *в*. Переключение батарей при пуске с 12 *в* на 24 *в* осуществляется посредством переключателей ВК25 с ножным включением и ВК3О-Б с дистанционным электромагнитным включением. На рис. 53 показана электрическая схема электромагнитного переключателя аккумуляторных батарей ВК3О-Б.

Когда переключатель не включен, положительные клеммы аккумуляторных батарей *1* и *2* соединены между собой через контакты K_1 и подключены через амперметр к клемме *Б* реле-регулятора. Отрицательная клемма батареи *2* соединена непосредственно с массой, а батареи *1* через контакты K_2.

При замыкании контактов *Т* ток в обмотке *3* пойдет следующим путем: с минусовой клеммы батареи на массу — минусовая щетка генератора — обмотка якоря генератора — плюсовая щетка генератора — клеммы *Я* генератора и реле-регулятора — обмотка *3* — замкнутые контакты *Т* — плюсовые клеммы батареи. В результате прохождения тока сердечник *4* намагничивается и втягивается внутрь латунной втулки, перемещая шток с контактными кольцами *9* и *10* и упором *11*. При этом происходит размыкание контактов K_1 и K_2, а контактные кольца *9* и *10* соединят контакты *5—6* и *7—8*. Ток в удерживающей обмотке тягового реле *РС* пойдет следующим образом: минус батареи *2* — масса — удерживающая обмотка *УО* — контакты *6* — кольцо *10* — контакт *5* — плюс батарея *1* — минус батарея *1* — контакт *7* — кольцо — *9* — контакт *8* — плюс батарея *2*. Ток, идущий во втягивающую обмотку, проходит сначала через обмотки якоря и полюсных сердечников стартера, а далее так же, как и в удерживающей обмотке.

При прохождении тока через обмотки *УО* и *ВО* сердечник тягового реле намагничивается и контактным

кольцом *14* замыкает контакты *12* и *13*. Ток в цепи обмоток стартера пойдет по пути: массовая клемма батареи *2* — масса — минусовые щетки стартера *СТ* — обмотка якоря — плюсовые щетки стартера — обмотки возбуждения стартера — контакт *12* — контактное кольцо *14* — контакт *13* — плюсовая клемма батареи *1* — бата-

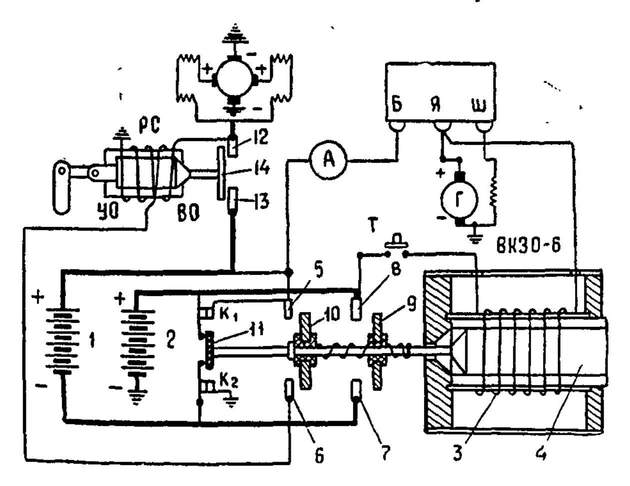


Рис. 53. Схема реле включения ВК-30Б.

рея *1* — минус батареи *1* — контакт *7* — контактное кольцо *9* — контакт *8* — плюс батареи *2*. При замыкании контакта *12* и *13* с кольцом *14* втягивающая обмотка *ВО* закорачивается. Удерживает сердечник удерживающая обмотка *УО*.

Когда будет запущен двигатель, в генераторе начнет вырабатываться ток, который пойдет по цепи обмотки *3* в направлении, обратном направлению тока батареи *2*. Произойдет размагничивание сердечника *4*, который под

действием пружины возвратится в исходное положение, перемещая кольца *9* и *10* и упор *11*. Батареи снова будут включены параллельно.

§ 5. Испытание стартера в режиме холостого хода и полного торможения

Исправный стартер при работе с исправной и заряженной аккумуляторной батареей соответствующей емкости должен обеспечивать вращение коленчатого вала двигателя со скоростью, необходимой для пуска. При невыполнении этого условия (коленчатый вал вращается очень медленно или совсем не вращается) необходимо проверить состояние цепи стартера. Убедившись в исправности цепи, необходимо проверить стартер.

Полную картину состояния стартера можно представить, испытав его на двух режимах: холостого хода и полного торможения.

Для испытания стартера на холостом ходу его закрепляют в тисках и подключают к исправной и заряженной аккумуляторной батарее соответствующей емкости. В цепь стартера включают амперметр, позволяющий замерять ток до 300 *а*.

При замыкании цепи стартера число оборотов якоря в минуту должно быть не ниже, а потребляемый ток не выше норм, соответствующих исправным стартерам данного типа (табл. 5). Число оборотов можно замерить тахометром.

Если якорь стартера вращается медленно или наблюдается его заедание, а также при наличии короткого замыкания между витками, то потребляемый стартером ток будет выше, а число оборотов ниже нормальных.

Для испытания при полном торможении устанавливают и подключают стартер так же, как и при проверке его в режиме холостого хода (рис. 54). Амперметр шунтируют таким образом, чтобы предел его измерения был больше тока полного торможения, допустимого для данного типа стартера. На шестерню надевают рычаг или

специальный прибор-торсиометр (рис. 55), с помощью которого замеряют момент, развиваемый стартером в режиме короткого замыкания (полного торможения).

Замыкают на несколько секунд цепь и наблюдают за показаниями амперметра и устройства, измеряющего крутящий момент.

Значение крутящего момента и тока при полном торможении должны быть в пределах, допустимых для ис-

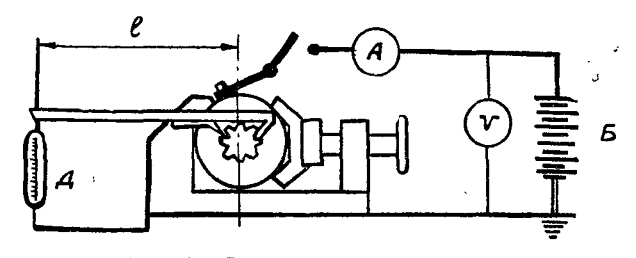


Рис. 54. Схема проверки стартера.

правных стартеров испытуемого типа (см. табл. 5),: ток не должен быть больше, а момент не должен быть меньше установленных норм. Если крутящий момент ниже, а потребляемый ток выше норм, то это свидетельствует о наличии неисправностей в обмотке якоря или полюсных сердечников. Такой неисправностью может быть: замыкание между витками, замыкание между витками и корпусом.

Если крутящий момент и потребляемый ток окажутся ниже нормы, то это свидетельствует о большом сопротивлении в цепи стартера, например, плохое прилегание щеток к коллектору вследствие их износа (износ не должен превышать 40% от номинальной высоты щетки); плохое прилегание щеток вследствие плохой их подгонки (произвести подгонку так же, как и щеток генератора).

Кроме перечисленных неисправностей, иногда указан-

ные результаты могут быть получены вследствие изменения длины и сечения проводов или при использовании неисправной аккумуляторной батареи. Для проверки необходимо применять провода, сечение которых и

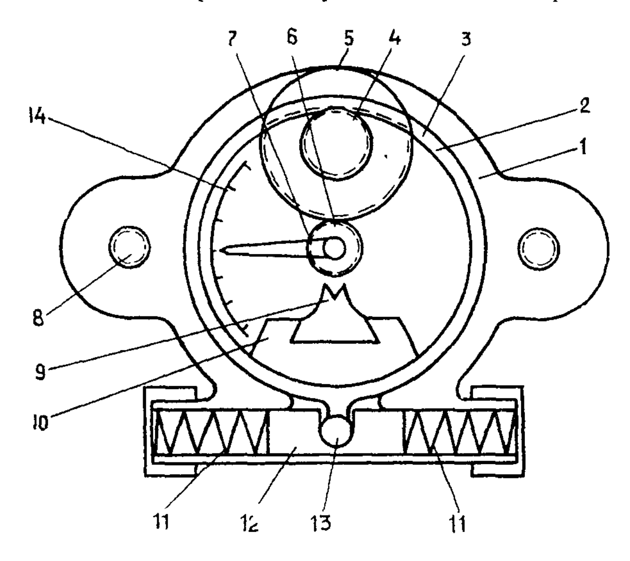


Рис. 55. Схема прибора торсиометра:

1 — корпус; *2* — кольцо; *3* — зубчатый венец; *4, 5, 6* — шестерни; *7* — стрелка-указатель; *8* — шпилька крепления торсиометра к стартеру; *9* — сухарик; *10* — пластинка; *11* — пружина; *12* — ползун; *13* — поводок; *14* — шкала.

длина соответствуют сечению и длине употребляемых на автомобиле. Для того, чтобы убедиться в исправности батареи, необходимо параллельно стартеру к ней подключить вольтметр, показания которого не должны быть ниже допустимых значений.

По значению крутящего момента и тока короткого замыкания можно определить максимальную мощность, которую может развить стартер.

Для измерения значения крутящего момента стартера при полном торможении применяются специальные тормозные приспособления. Рассмотрим одно из них. Оно состоит из корпуса *1* (рис. 55), внутри которого находится кольцо *2* с поводком *13*. На внутренней поверхности кольца нарезаны зубцы *3*. С этими зубцами находится в зацеплении шестерня *4*, соединенная жестко с шестерней *5*, которая передает вращение шестерне *6*, сидящей на одной оси со стрелкой *7*. К нижней части кольца жестко прикреплена пластина *10* с вырезом, имеющим форму ласточкина хвоста. В этот вырез может быть устаиовлен специальный сухарик *9*, который имеет два зуба. С помощью этих зубьев осуществляется связь шестерни стартера с тормозным устройством. В связи с тем, что различные марки стартеров имеют шестерни с различными модулями и различным числом зубьев, к тормозному устройству прилагаются три сухарика: № 1 для стартеров, имеющих шестерню м=2,5 и z=9 (*м* — модуль, z — число зубьев); № 2 для стартеров, имеющих шестерню м=3 и z=11; № 3 для стартеров, имеющих шестерню *м*=3 и z=10. При испытании стартера необходимо применять сухарики в полном соответствии с шестерней стартера. Испытания производят следующим образом: на закрепленный в крепежном устройстве стартер одевают тормозное устройство, которое крепят к стартеру посредством шпилек 8, входящих в отверстия фланца крышки стартера.

Подключают аккумуляторную батарею и приборы по схеме, изображенной на рис. 54. Включают стартер. Крутящий момент с вала стартера через шестерню бендикса, сухарь *9* и пластину *10* передается кольцу *2*, которое, скользя внутри корпуса *1*, перемещает поводком *13* ползун *12*, преодолевая сопротивление пружин *11*. Степень поворота кольца или степень деформации пружин можно наблюдать по показаниям стрелки *7*, которая при деформации пружин перемещается по шка-

ле *14*. Последняя градуирована в килограммометрах.

При отсутствии описанного устройства применяют специальные рычаги (см. рис. 52), которые одной стороной крепятся к шестерне стартера, а другой к пружинному динамометру, ось которого располагается перпендикулярно к рычагу. Произведение показания динамометра в килограммах на длину рычага в метрах будет представлять собой крутящий момент в килограммометрах.

В период испытания стартера при полном торможении якоря производится проверка муфты привода на пробуксовывание. Для этого в момент включения стартера нужно посмотреть на коллектор: если якорь не вращается, то это означает, что муфта не пробуксовывает.

§ 6. Основные неисправности стартеров и их выявление

Стартер не включается. Производим ориентировочное определение причины неисправности. Включаем лампочку щитка приборов или плафона.

а) При включении стартера свет сразу гаснет, якорь стартера не вращается. Плохой контакт клемм аккумуляторной батареи, соединяющих ее с массой или с потребителями. В результате этого в цепь поступает незначительный ток, который весь поглощается стартером. Проверить крепление всех соединений и устранить неисправности;

б) При включении ламп стартера накал их резко уменьшается, но полностью лампа не гаснет. Якорь стартера вращается очень медленно. Батарея неисправна или сильно разряжена, или повреждена обмотка стартера;

в) При включении стартера накал лампы не изменяется или изменяется очень слабо — обрыв цепи стартера.

Стартер не развивает мощности — вра-

щает коленчатый вал медленно. Проверяем аналогичным образом. Причинами могут быть:

1) малая емкость аккумуляторной батареи, вследствие разряженности ее;

2) плохой контакт в соединениях цепи стартера;

3) износ щеток. Щетки, изношенные более чем на 40%, заменяются новыми;

4) износ и подгорание коллектора (необходимо проточить коллектор или прошлифовать стеклянной бумагой зернистостью 140—170);

5) ослабление давления пружин. Давление пружин проверяется динамометром. Оно должно соответствовать значениям, приведенным в табл. 5;

6) замыкание пластин коллектора между собой, а также межвитковое замыкание. Проверку производим аналогично проверке якоря генератора;

7) заедание вала в подшипниках или задевание якоря за статор — проверяется путем поднятия всех щеток и проворачивания якоря (якорь должен легко проворачиваться от руки).

При включении стартера, имеющего тяговое реле, слышны повторяющиеся удары шестерни стартера о венец маховика, стартер иногда включается, иногда не включается. Причины: износ щеток, разряженность аккумулятора, обрыв удерживающей обмотки. Последнюю причину можно установить при помощи контрольной лампы.

Другими часто встречающими причинами неисправности являются неправильная регулировка механизма включения стартера; плохое крепление стартера к картеру маховика, в результате чего может происходить более интенсивный износ зубьев венца маховика и шестерни бендикса; износ втулок и цапф вала стартера; пробуксовывание муфты свободного хода вследствие сильного износа роликов и заедания толкателей роликов муфты.

Таблица 5

Основные технические данные стартеров

Тип стартера	Установлен на машине	Номин. напряжение, *в*	Номин. мощность, *л. с*	Емкость аккумулятори. батарей, *а-ч*	Ток холостого хода, *а*	Максим. число оборотов якоря, тыс. *об/мин*, не менее	Ток полного торможения, *а*	Тормозн. момент, *кгм*	Нажатие на щетку, *кг*
СТ2	«Урал-375»	12	1,8	140	90	3,5	650	2,8	1,2 —1,5
СТ4	«Москвич-407», «Москвич-408»	12	0,6	42	45	5,0	285	0,9	0,3 —1
СТ8	ГАЗ-51А, ГАЗ-63	12	1,34	70	75	5,0	600	2,6	0,9 —1,3
СТ15	ЗИЛ-158, РСМ-8	12	1,34	70	85	4,5	600	2,6	0,9 —1,3
СТ15-Б	ЗИЛ-150, ЗИЛ-164, ЗИЛ-157	12	1,34	70	75	5,0	600	2,6	0,9 —1,3
СТ15Д	«Урал-355М»	12	1,8	84	75	4,5	600	2,6	0,9 —1,3

СТ20	УАЗ-450, ГАЗ-52, М-20	12	1,2	54	75	5,0	525	2,6	0,9 —1,3
СТ21	М-21, УАЗ-451, Т-108, Т-130	12	1,5	54	70	7,5	525	1,6	0,3 —1,3
СТ25	СК-3	24	8	112	80	5,5	650	4	0,9 —1,2
СТ80-Б	ДТ-14Б, ДТ-20	12	2,2	68	80	10,0	660	2,7	0,9 —1,3
СТ81	ДТ-24М, Т-28	12	1,3	68	75	4,5	600	2,6	0,9 —1,3
СТ100	СК-3	24	7	112	90	5,5	650	4	
СТ103	К-700	24	7	224	110	5,0	800	6	1,25—1,7
СТ114	ЗАЗ-965	12	0,5	28	45	8,0	230	0,5	0,7 —0,9
СТ130	ЗИЛ-130	12	1,4	68	80	3,5	650	3,0	1,2 —1,5
СТ130-Б	ГАЗ-53	12	1,4	68	80	3,5	650	3,0	1,2 —1,5
СТ201	Т-28	12	1,6	68	80	8,0	600	2,6	0,9 —1,25
СТ200	ДТ-20В	12	2,1	68	90	5,0	800	2,2	0,9 —1,5
СТ204	ДВСШ-16	12	2,1	68	90	5,0	800	2,2	1,0 —1,4
СТ212	МТЗ-50, МТЗ-52 СШ-45, Т-40	12	4,5	195	130	5,0	1350	7,0	1,25—1,75
С350В	ДТ-75	12	0,6	42	40	8,0	230	0,5	0,4 —0,9

§ 7. Регулировки включающего механизма

Общие требования. Регулировка включающего механизма состоит в согласовании момента зацепления шестерен стартера и маховика с моментом замыкания контактов включателя. При включенном стартере шестерня не должна упираться в торец подшипника.

Регулировка механизма включения стартеров (СТ8, СТ8—Б, СТ15Б, СТ20, СТ20—Б) с включателем типа ВК-14 сводится к следующему: нажимают на рычаг включения до отказа и измеряют зазор между торцом шестерни и упорной шайбой. Он должен быть в пределах от 0,5 до 1,5 *мм* (рис. 49). Регулируется винтом-ограничителем *5*. Затем снимают крышку включателя, нажимают до момента замыкания включателя. В этот момент зазор между шестерней и шайбой должен быть 1,5—4 *мм*. Регулирование производится посредством регулировочного винта *5* с головкой *1*. Для более точного регулирования механизма включения можно использовать контрольную лампу.

Регулировка механизмов включения стартеров, имеющих тяговое реле, сводится к следующему. Винтом *31*, ограничивающим перемещение шестерни, регулируют расстояние *А*, которое измеряется между торцом шестерни и плоскостью фланца (рис. 49). Оно должно быть в пределах, допустимых для данного типа стартера. Для СТ21, СТ14, СТ130, СТ101 оно должно быть равно 32—35 *мм*, а у стартеров СТ4, СТ350—26—28 *мм*.

Затем снимают крышку *29* и нажатием на рычаг *30* устанавливают шестерню в крайнее положение. При этом зазор *Б* должен быть равен для всех стартеров 2,5—4 *мм*, а контакты включателя должны быть замкнуты. При необходимости зазор регулируется ввертыванием или вывертыванием винта *27*. Аналогичное устройство для регулировки имеется в стартере типа СТ25, СТ26 и СТ103. Зазор *Б* в этих стартерах должен быть равен 11—12 *мм* и измеряется между шайбой и торцом шестерни.

Глава

ПЯТАЯ

СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

В карбюраторных двигателях зажигание рабочей смеси в камере сгорания осуществляется электрической искрой. Для образования искры необходимо подвести к электродам запальной свечи электрический ток высокого напряжения порядка 12—20 тыс. вольт. Это объясняется тем, что надежное зажигание рабочей смеси получается при искровом промежутке свечи, равном 0,6 ÷ 0,8 *мм*, представляющем значительное сопротивление для электрического тока.

В зависимости от способа получения тока высокого напряжения различают систему батарейного зажигания и систему зажигания от магнето. Принцип получения тока высокого напряжения в обеих системах одинаков: путем преобразования в индукционной катушке (трансформаторе) тока низкого напряжения. Источником тока низкого напряжения в системе батарейного зажигания является батарея аккумуляторов или генератор постоянного тока. В системе зажигания от магнето источник тока низкого напряжения — генератор переменного тока объединен с другими приборами в одном агрегате — магнето. При этом обмоткой генератора являются витки первичной обмотки индукционной катушки.

§ 1. Система батарейного зажигания

Система батарейного зажигания состоит из аккумуляторной батареи, генератора постоянного тока, катушки зажигания, добавочного сопротивления, прерывателя-

распределителя с конденсатором, свечей зажигания, замка зажигания и проводов низкого и высокого напряжения (рис. 56). Аккумуляторная батарея и генератор служат источниками тока низкого напряжения.

Катушка зажигания представляет собой трансформатор, преобразующий ток низкого напряжеиия (12 *в*) в ток высокого напряжения (12—20 тыс. *в*), и состоит из сердечника и двух обмоток: первичной и вторичной. Сердечник катушки набран из листов трансформаторной стали, изолированных между собой слоем окалины или лаком с целью уменьшить действие вихревых токов и нагрев его. На сердечник надевается втулка из кабельной бумаги, на которую наматывается вторичная обмотка. Вторичная обмотка состоит из 12—26 тыс. витков провода ПЭЛ диаметром 0,07—0,1 *мм*. Поверх вторичной обмотки наматывается первичная обмотка, имеющая 250—400 витков провода ПЭЛ диаметром 0,7÷1,0 *мм*. Сердечник с обмотками вставляется в металлический корпус из белой жести.

Пространство внутри корпуса заполняется компаундной массой или трансформаторным маслом. Это улучшает изоляцию обмоток и отвод тепла от обмоток на корпус. Дном корпуса является фарфоровый изолятор, предупреждающий возможность возникновения разряда высокого напряжения между сердечником и корпусом. С другой стороны, корпус закрывается карболитовой крышкой. Катушки зажигания имеют 4 клеммы, из них одна центральная соединяется проводом высокого напряжения с центральной клеммой распределителя. Клемма *Р* соединяется проводом низкого напряжения с клеммой прерывателя. Клемма *ВК* соединяется с концом первичной обмотки, с добавочным сопротивлением (вариатором) и с блокировочным контактом включателя стартера. Клемма *ВК-Б* соединяется с другим блокировочным контактом включателя стартера, со вторым концом вариатора и с замком зажигания.

Добавочное сопротивление или вариатор служит для автоматического выравнивания силы тока в первичной цепи низкого напряжения при работе двигателя на раз-

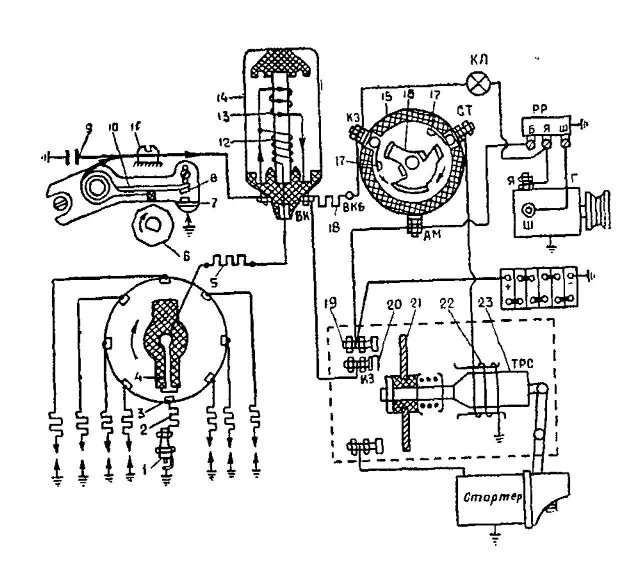


Рис. 56. Схема зажигания двигателя ЗИЛ-130:

1 — свеча зажигания; *2* и *5* — подавительное сопротивление; *3* — электрод крышки; *4* — электрод ротора; *6* — кулачковая шайба; *7* — неподвижный контакт прерывателя; *8* — подвижный контакт прерывателя; *9* — конденсатор; *10* — рычажок прерывателя; *11* — зажим прерывателя; *12* — вторичная обмотка; *13* — первичная обмотка; *14* — катушка зажигания; *15* — корпус выключателя зажигания; *16* — ротор выключателя; *17* — пружинящие пластины с серебряными контактами; *18* — добавочное сопротивление; *19* — зажим тягового реле стартера; *20* — пружинящая контактная пластина зажима *КЗ* тягового реле стартера; *21* — контактный диск; *22* — обмотка тягового реле; *23* — якорек тягового реле; *ВК* и *ВКБ* — зажимы катушки зажигания; *КЗ*, *СТ* и *АМ* — зажимы выключателя зажигания и один зажим *КЗ* имеется на тяговом реле стартера; *КЛ* — контрольная лампа; *РР* — реле-регулятор; *ТРС* — тяговое реле стартера.

ных режимах. Вариатор представляет собою проволочное сопротивление, величина которого изменяется от степени его нагрева при изменениях силы проходящего по нему тока. Сопротивление чаще изготовляется из стальной проволоки и помещается либо с торца катушки под крышкой, либо выносится сбоку катушки и прикрепляется к скобе корпуса катушки. Концы проволочного сопротивления выводятся к клеммам *ВК* и *ВК-Б*.

Прерыватель-распределитель состоит из нескольких приборов: прерывателя тока низкого напряжения, распределителя тока высокого напряжения, центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания и октан-корректора. На некоторых типах прерывателей-распределителей, например, на Р11 автомобиля ГАЗ-52 центробежный регулятор отсутствует, в остальном устройство прерывателей-распределителей для всех марок автомобилей почти одинаково.

Прерыватель служит для размыкания в нужный момент цепи тока низкого напряжения. Распределитель распределяет ток высокого напряжения по свечам зажигания в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. Центробежный и вакуумный регуляторы опережения зажигания автоматически изменяют момент размыкания контактов прерывателя, а следовательно, изменяют угол опережения зажигания в зависимости от числа оборотов и нагрузки двигателя. Октан-корректор предназначается также для изменения угла опережения зажигания, но в зависимости от качества применяемого топлива (октанового числа). Изменение (корректировка) угла опережения при этом производится вручную.

Устройство прерывателя-распределителя Р4-В, устанавливаемого на автомобилях ЗИЛ-130 и «Урал-375», показано на рис. 57. В чугунном корпусе *3* в бронзовой втулке *4* вращается валик *1*. На валике жестко закреплена ведущая поводковая пластина грузиков (рис. 58), которая через грузики *7* центробежного регулятора передает вращение на ведомую поводковую пластину *8* с кулачком *9*. При вращении кулачка выступы его набе-

гают на текстолитовую подушечку рычажка *22* с подвижным контактом прерывателя и размыкают контакты. Рычажок с подвижным контактом шарнирно закреплен на оси.

Подвижный контакт пружиной прижимается к неподвижному, стойка и пластина которого *23* закреплены винтом *24* на подвижной пластине *15* прерывателя (рис. 57). Подвижная пластина может свободно поворачиваться на некоторый угол в шарикоподшипнике *16*, установленном в неподвижной пластине *6*, закрепленной двумя винтами к кронштейнам корпуса прерывателя-распределителя. Пластина неподвижного контакта *23* установлена на оси рычажка *22* и с помощью регулировочного эксцентрика *21* ее можно поворачивать вокруг этой оси, изменяя тем самым зазор между контактами. Фиксируется стойка неподвижного контакта винтом *24*. Неподвижный контакт через пластину *15* и гибкий проводник *20* соединен с массой. Подвижный контакт изолирован от массы и с помощью соединительного проводника *27* соединяется с клеммой низкого напряжения *28* и затем проводом с клеммой *Р* катушки зажигания.

Распределитель состоит из ротора *9* и крышки *10*, изготовленных из специального электроизоляционного материала. Ротор фиксируется в определенном положении на кулачковой шайбе с помощью лыски. Крышка устанавливается на корпусе в определенном положении и закрепляется пружинящими пластинами *7*. На роторе закреплена токоразносная пластинка, а в крышке — боковые электроды, к выводам которых присоединяются провода высокого напряжения, идущие от каждой свечи. Токоразносная пластинка ротора через уголек *12* с пружиной и центральный вывод крышки соединяется проводом высокого напряжения с центральной клеммой катушки зажигания. В некоторых системах зажигания уголек *12* является подавительным сопротивлением для снижения уровня радиопомех. Величина этого сопротивления составляет 8—14 *ком*. Пружина уголька обеспечивает надежный контакт уголька с токоразносной пластинкой ротора.

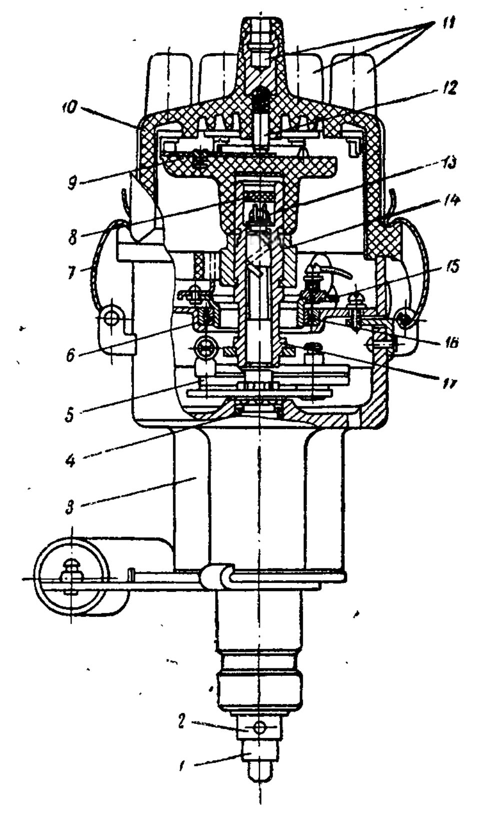
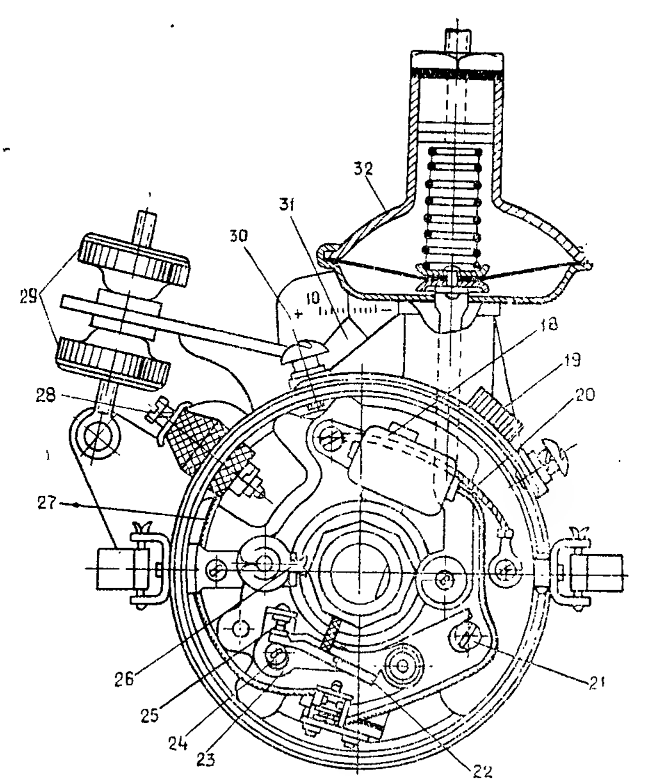


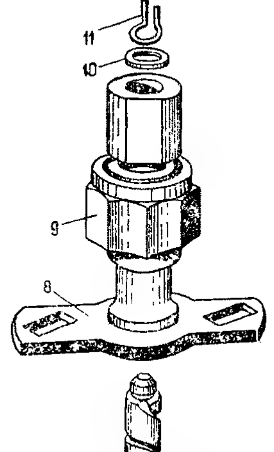
Рис. 57. Прерыватель-распределитель Р4-В: *а* — про-

1 — валик; *2* — муфта; *3* — корпус; *4* — втулка; *5* — центробежный регулятор опережения зажигания; *6* — неподвижная пластина прерывателя; *7* — пружинящая пластина; *8* и *26* — фальц; *9* — ротор; *10* — крышка распределителя; *11* — выводы катушки; *12* — уголек; *13* — замочное кольцо; *14* — кулачок; *15* — подвижная пластина прерывателя; *16* — шариковый подшипник; *17* — втулка кулачка; *18* — конденсатор; *19* — масленка; *20* и *27* —



дольный разрез; *б* — вид сверху;

соединительный проводник; *21* — эксцентрик; *22* — рычажок прерывателя; *23* — пластина неподвижиого контакта; *24* — винт крепления пластины неподвижного контакта; *25* — контакты прерывателя; *28* — зажим прерывателя; *29* — гайки октан-корректора; *30* — нижняя пластнна октан-корректора; *31* — верхняя пластина октан-корректора; *32* — вакуумный регулятор опережения зажигания.



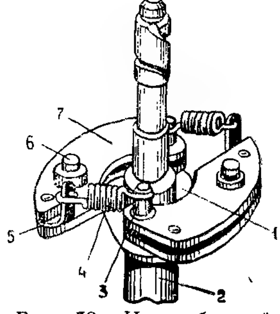


Рис. 58. Центробежный регулятор опережения зажигания:

1 — поводковая пластина грузиков; *2* — валик; *3* — ось грузика; *4* — пружина; *5* — стойка подвески пружины; *6* — шпилька грузика; *7* — грузик; *8* — поводковая пластина кулачка; *9* — кулачок; *10* — опорная шайба; *11* — замочное кольцо.

Центробежный регулятор опережения зажигания автоматически изменяет угол опережения зажигания в зависимости от числа оборотов двигателя путем поворота кулачка относительно приводного валика. Действует регулятор следующим образом. При изменении числа оборотов двигателя, например, при их увеличении, грузики регулятора *7*, шарнирно соединенные с ведущей *1* и ведомой *8* пластинами (рис. 58), будут расходиться своими концами, на которых закреплены шпильки *6*. Шпильки *6*, перемещаясь в прорезях ведомой пластины *8* как в кулисах, будут разворачивать по ходу вращения валика (на рис. 58 по часовой стрелке) пластину *8* с кулачком *9* относительно приводного валика. Кулачок своими выступами будет раньше нажимать на подушечку рычажка *22* (рис. 57) и раньше размыкать контакты прерывателя, увеличивая угол опережения зажигания. При уменьшении числа оборотов двигателя грузики

регулятора под действием пружин *4* будут сходиться, уменьшая угол опережения зажигания.

Вакуумный регулятор изменяет угол опережения зажигания в зависимости от нагрузки. Регулятор через тягу воздействует на подвижную пластину *15* прерывателя (рис. 57) с закрепленными на ней контактами, изменяя положение последних относительно кулачка.

Регулятор состоит из корпуса, внутри которого установлена диафрагма. Диафрагма соединена тягой *1* с подвижной пластиной *15*. Полость регулятора (на рис. 57 полость над диафрагмой) сообщается трубкой с патрубком карбюратора у дроссельной заслонки. Чем большее разряжение будет передаваться в эту полость, тем на больший угол будет перемещаться подвижный диск прерывателя (на рис. 57 в направлении против часовой стрелки) и тем больший будет угол опережения зажигания. При полностью открытой дроссельной заслонке разряжение в полости над диафрагмой будет наименьшим. Тогда под действием пружины диафрагма займет крайнее (на рисунке нижнее) положение и угол опережения вакуум-регулятора будет наименьшим или равен нулю. Нужную характеристику вакуум-регулятора получают изменением натяжения пружины, которое осуществляется с помощью регулировочных шайб. Для уменьшения трения и более четкой работы регулятора подвижная пластина прерывателя *15* с контактами устанавливается в шарикоподшипнике *16*. Электрическая связь подвижной пластины с корпусом прерывателя-распределителя (с массой) осуществляется гибким проводом *20*.

С помощью октан-корректора производится корректировка установки угла опережения зажигания в зависимости от качества применяемого топлива. Изменение угла опережения зажигания достигается перемещением — поворотом всего корпуса прерывателя-распределителя (а следовательно, и подвижной пластины *15* с контактами (рис. 57) относительно валика привода (кулачка). Для этого в октан-корректоре имеются две пластины (рис. 59). Одна из них нижняя *1* с делениями крепится к блоку. Другая верхняя *2* — к корпусу прерывателя-

распределителя и через шарнирный винт с двумя гайками 3 соединяется с нижней неподвижной пластиной. Вращением гаек 3 с накаткой поворачивается весь корпус прерывателя-распределителя. При повороте его по часовой стрелке (если смотреть сверху) угол опережения зажигания будет уменьшаться. Характеристика прерывателей-распределителей приведена в таблице 6.

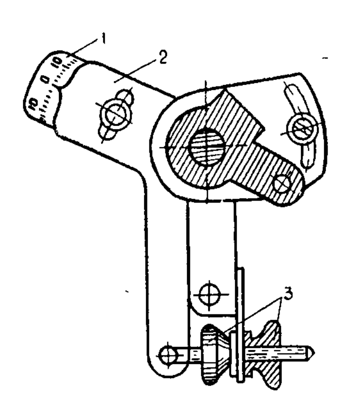


Рис. 59. Октан-корректор:
1 и *2* — нижняя и верхняя пластины; *3* — регулировочные гайки.

Конденсатор является емкостью электричества и служит для уменьшения искрения между контактами прерывателя в момент размыкания первичной цепи низкого напряжения и получения более высокого вторичного напряжения в катушке зажигания. Конденсатор закрепляется либо снаружи, либо внутри корпуса распределителя и включается в первичную цепь тока низкого напряжения параллельно контактам прерывателя. Конденсатор состоит из двух алюминиевых лент, изолированных друг от друга конденсаторной бумагой, пропитанной трансформаторным маслом. Ленты по ширине смещены в разные стороны, и после свертывания в цилиндрический рулон торцы их служат выводами.

В малогабаритных конденсаторах вместо алюминиевых лент применяются ленты из диэлектрика (конденсаторная бумага), покрытые тончайшим слоем олова и цинка. Такие конденсаторы способны при их пробое самовосстанавливаться. При пробое электрическая искра

испаряет тонкий слой металла, бумага очищается от металла и короткого замыкания не происходит.

Замок зажигания предназначен для замыкания и размыкания первичной цепи, а также включения стартера и других контрольно-измерительных приборов. При повороте ключа поворачивается ротор с контактными сегментами, которые соприкасаются (при включении) с серебряными контактами пружинящих пластин пласт массовой панели. Ключ имеет несколько рабочих положений, фиксируемых шариковыми фиксаторами.

Свечи зажигания служат для зажигания рабочей смеси в цилиндрах карбюраторных двигателей с помощью электрической искры. В настоящее время применяются неразборные свечи зажигания. Неразборная свеча зажигания состоит из стального корпуса, внутри которого закреплен развальцовкой верхней части корпуса изолятор в сборе с центральным электродом. Между корпусом и изолятором устанавливаются теплоотводящая (нижняя медная) и уплотнительная (верхняя латунная) прокладки. Изолятор свечи изготовляется из материалов, обладающих высокой электрической и механической прочностью, при высоких температурах.

В зависимости от степени сжатия, форсирования двигателя, его тепловой напряженности и других параметров применяют свечи зажигания с изоляторами, изготовленными из уралита или боркорунда. К торцу нижней части корпуса приваривается боковой электрод. Центральный и боковой электроды изготовляют из никельмарганцевой или хромотитановой проволоки. Зазор искрового промежутка между электродами находится в пределах 0,6—1,0 *мм* (см. табл. 7) и устанавливается подгибанием бокового электрода.

Для нормальной работы двигателя свеча не должна быть слишком горячей или слишком холодной. В первом случае возможно так называемое калильное зажигание — преждевременное воспламенение рабочей смеси от сильно нагретых изолятора и центрального электрода, а во втором — перебои в образовании искры между электродами из-за появления нагара. Тепловая ха-

Таблица 6

Тип прерывателя распределителя	Устанавливается на автомобили	Число выст. кулачка прерывателя	Зазор между контактами прерывателя, *мм*	Натяжение пружины прерывателя, *Г*	Угол замкнутого состояния контактов. град.
Р20	ГАЗ-51А, ПАЗ-652, ГАЗ-53Ф	6	0,35—0,45	400—650	38—40
Р21-А	ЗИЛ-157, ЗИЛ-164А	6	0,35—0,45	400—650	38—40
Р107	«Москвич-408»	4	0,35—0,45	400—600	40—50
Р3-Б	ГАЗ-21 «Волга», УАЗ-451	4	0,35—0,45	500—700	36—42
Р4-В	ЗИЛ-130	8	0,30—0,40	400—650	28—32
Р13-В2	ГАЗ-53А, ГАЗ-66	8	0,30—0,40	500—600	28—32

Продолжение таблицы 6

Емкость конденсатора, *мкф*	Регулировка опережения зажигания по кулачку прерывателя			Максимальные обороты бесперебойного искрообразования при искровом промежутке в 7 *мм*, *об/мин*
	октан-корректор, град.	центробежный регулятор, град. / кулачок, *об/мин*	вакуумный регулятор, град. / разряжение, *мм рт. ст.*	
0,17—0,25	±12	$\frac{0-14}{300-1900}$	$\frac{0-12}{160-400}$	1900
0,17—0,25	± 6	$\frac{1{,}5-10}{400-1500}$	$\frac{0-9}{100-400}$	1500
0,17—0,25	±12	$\frac{5{,}5-19}{500-2000}$	$\frac{0-10}{80-300}$	2400
0,17—0,25	±12	$\frac{0-20}{200-2200}$	$\frac{0-13}{100-280}$	2200
0,25—0,35	±12	$\frac{0-19}{200-1600}$	$\frac{0-10}{80-250}$	2000
0,25—0,35	±12	$\frac{0-14{,}5}{200-1500}$	$\frac{0-10}{100-280}$	1650

рактеристика свечи зажигания в соответствии с ГОСТом косвенно отражается в маркировке свечей по длине нижней части изолятора. Начальная буква обозначает диаметр и шаг резьбы ввертываемой части корпуса: М-18×1,5 *мм,* А14×1,25 мм, Т—10×1,0 мм. Следующая цифра указывает длину нижней части изолятора в миллиметрах. Последняя буква обозначает материал изолятора: У — уралит, К — кристаллокоруид, Б — боркорунд. Марки свечей приведены в таблице 7.

Подавительное сопротивление устанавливается в провода высокого напряжения для ослабления радиопомех. На некоторых двигателях роль этих сопротивлений выполняют специальные высокоомные провода, идущие к свечам зажигания.

Принцип действия батарейного зажигания. Для получения тока высокого напряжения в батарейной системе зажигания через первичную обмотку катушки зажигания пропускают ток низкого напряженяя, а затем в определенный момент времени, эту цепь с помощью прерывателя разрывают. Быстро исчезающее магнитное поле вокруг витков первичной обмотки пересекает витки вторичной обмотки и наводит в ней ток высокого напряжения. Ток в первичной цепи будет проходить только при замкнутых контактах прерывателя и включенном замке зажигания.

Путь тока в первичной цепи: от минусовой клеммы аккумуляторной батареи по массе через контакты прерывателя *7* и *8,* первичную обмотку катушки зажигания *13,* добавочное сопротивление (вариатор) *18,* замок зажигания *15* к плюсовой клемме батареи (рис. 56). Направление тока высокого напряжения: в момент размыкания контактов прерывателя первичной цепи во вторичной обмотке индуктируется ток высокого напряжения, направление которого совпадает с направлением тока самоиндукции размыкания; при этом ток из вторичной обмотки пойдет через конденсатор *9* на массу, по массе на боковой электрод свечи, центральный электрод и через подавительные сопротивления *2* и *5* и распределитель *3, 4* возвратится во вторичную обмотку.

Возможны также и другие пути для тока высокого напряжения, например: через вариатор *18*, замок зажигания *15* к плюсовой клемме аккумуляторной батареи, от минусовой клеммы на массу и т. д.

Величина напряжеиия во вторичной обмотке, при прочих равных условиях, зависит от силы тока в первичной цепи в момент размыкания контактов прерывателя: чем больший ток в первичной цепи, тем большее напряжение будет индуктироваться во вторичной обмотке. Сила тока в первичной цепи в свою очередь зависит от времени замкнутого состояния контактов. При уменьшении числа оборотов двигателя время замкнутого состояния контактов увеличивается, а следовательно, будет возрастать и ток в первичной цепи.

Для того, чтобы предотвратить чрезмерное повышение тока в первичной цепи при малом числе оборотов двигателя и не допустить перегрев индукционной катушки зажигания в первичную цепь последовательно включают добавочное сопротивление — вариатор *18*. С увеличением скорости вращения коленчатого вала двигателя время замкнутого состояния контактов прерывателя уменьшается. Будет понижаться и сила тока в первичной цепи; однако при наличии вариатора это снижение происходит на меньшую величину из-за уменьшения нагрева и величины сопротивления вариатора. Следовательно, и напряжение во вторичной цепи будет снижаться, незначительно обеспечивая бесперебойное зажигание. При пуске двигателя стартером напряжение батареи резко снижается, поэтому с целью получения более мощной искры вариатор закорачивают (выключают из первичной цепи). Закорачивание происходит автоматически при срабатывании тягового реле включения стартера.

При увеличении зазора между контактами прерывателя (проверяется в разомкнутом их положении) время замкнутого состояния уменьшается, в результате чего будет уменьшаться и величина напряжения во вторичной цепи. Для современных систем зажигания зазор между контактами прерывателя колеблется в пределах 0,30—0,45 *мм* (см. табл. 6).

Таблица 7

Марка свечи (по Гост 2043—54)	Диаметр и шаг резьбы, *мм*	Длина нижнего конуса изолятора, *мм*	Размер шестигранника под ключ, *мм*	Величина искрового зазора между электродами, *мм*	Установлена на машине
А11У	14×1,25	11	22	0,6 —0,75	Автомобили «Москвич-401», «Москвич-408», тракторы МТЗ-2, МТЗ-5, МТЗ-5К, МТЗ-7Л, КД-35, КДП-35, Т-38, ДТ-54, ДТ-54А, Т-76, Т-74.
А14У	14×1,25	14	22	0,8 —0,95	Автомобили ГАЗ-21 «Волга», УАЗ-451, ЗИЛ-157
А15Б	14×1,25	15	22	0,85—1,0	ЗИЛ-130, ГАЗ-53.

А16У	14×1,25	16	22	0,7 —0,85	Автомобили ЗИЛ-150, ЗИЛ-151, ПАЗ-651А, тракторы ДТ-24, ДТ-24М, Т-28, комбайн С-4М
М12У	18×1,5	12	24	0,7 —0,85	Автомобили ГАЗ-51, ГАЗ-51А, ГАЗ-63, ГАЗ (УАЗ) -69, «Урал-355», М-20, «Победа». трактор ХТЗ-7; комбайны С-4 и РСМ-8
М20У	18×1,5	20	24	0,6 —0,75	Тракторы С-80, С-100М, Т-130
А8У	14×1,25	8	22	0,6 —0,75	Мотопила «Дружба»

В момент размыкания контактов прерывателя в первичной цепи возникает ток самоиндукции, направленный в ту же сторону, что и первичный ток. Ток самоиндукции создает искрение между контактами прерывателя и, сохраняясь некоторое время, замедляет убывание тока в первичной цепи, а следовательно, препятствует резкому исчезиовению магнитного поля. С целью уменьшить искрение между контактами и ускорить убывание тока в первичной цепи параллельно контактам включают конденсатор. Заряжаясь в начальный момент размыкания контактов током самоиндукции, в следующее мгновение конденсатор разряжается через первичную обмотку, резко снижая действовавший в ней ток самоиндукции. В результате во вторичной обмотке индуктируется ток высокого напряжения — 12—20 тыс. вольт. Без конденсатора во вторичной обмотке индуктируется ток напряжением не более 4—5 тыс. вольт.

Индуктируемая *эдс* во вторичной обмотке зависит от емкости конденсатора. Емкость конденсатора подбирается по наибольшей величине напряжения во вторичной цепи. В существующих системах зажигания емкость конденсатора находится в пределах 0,17—0,35 *мкф* (см. табл. 6). При увеличении или уменьшении емкости конденсатора выше указанных значений напряжение во вторичной цепи будет уменьшаться.

Величина напряжения во вторичной цепи зависит от состояния свеч зажигания и электрической прочности изоляции токоведущих деталей. При уменьшении электрического сопротивления изоляции, например, при образовании нагара на изоляторе свечи зажигания, вследствие появления во вторичной цепи в момент размыкания контактов прерывателя вторичного тока (тока утечки), напряжение во вторичной цепи будет меньшим. Это объясняется тем, что вторичный ток, появляясь еще до пробоя межэлектродного промежутка, действует в том же направлении, что и ток размыкания и препятствует быстрому убыванию магнитного потока сердечника катушки. При значительном нагарообразовании вторичное напряжение может оказаться недостаточным для прео-

деления искрового промежутка между электродами свечи.

Искровой разряд между электродами свечи зажигания должен происходить в нужный момент, поэтому скорость вращения валика прерывателя и его положение относительно коленчатого вала двигателя должны быть строго согласованы. Независимо от числа цилиндров двигателя число оборотов валика прерывателя равно числу оборотов кулачкового вала механизма газораспределения, а количество выступов кулачковой шайбы равняется числу цилиндров. Своевременность момента зажигания достигается правильной установкой зажигания на двигателе.

Установка зажигания заключается в таком согласовании работы прерывателя-распределителя с положением шатунно-кривошипного механизма, при котором на всех режимах работы двигатель имел бы наилучшие показатели по развиваемой мощности и экономичности. Порядок установки батарейного зажигания следующий. Один из поршней двигателя, чаще всего первого цилиндра, устанавливают по заводским меткам в положение ВМТ или МЗ (в соответствии с инструкцией) при такте сжатия в этом цилиндре. Такт сжатия в цилиндре обычно определяют по давлению при вывернутой свече зажигания. Для этого при прокручивании двигателя отверстие закрывают пальцем или бумажной пробкой.

Для установки поршня в нужное положение в разных двигателях имеются метки или на маховике и его картере, или на шкиве коленчатого вала и передней крышке распределительных шестерен, или в передней крышке устанавливается специальный болт-щуп. При наличии установочного щупа на крышке распределительных шестерен необходимость в определении такта сжатия отпадает. Затем снимают крышку и ротор распределителя, отсоединяют трубку вакуумного регулятора опережения зажигания, устанавливают указатель октан-корректора на нуль шкалы, ослабляют крепление октан-корректора к блоку цилиндров и поворотом корпуса прерывателя-распределителя устанавливают контакты

прерывателя на начало их размыкания. Момент начала размыкания контактов можно установить более точно с помощью контрольной лампы, подключенной параллельно контактам. В некоторых двигателях для этой цели используют подкапотную лампу, отсоединив один ее провод от зажима *Б* реле-регулятора и присоединив его к клемме *Р* индукционной катушки зажигания. При включенном зажигании в момент размыкания контактов прерывателя лампа загорается.

В таком положении корпус прерывателя-распределителя закрепляют на двигателе и проверяют правильность установки зажигания. Для этого при включенном зажигании и подключенной контрольной лампе медленно вращают коленчатый вал двигателя. Если лампа загорится в момент совпадения меток, по которым поршень устанавливается в нужное положение, зажигание установлено правильно. Перед установкой зажигания проверяют и при необходимости регулируют зазор в контактах прерывателя. Величину зазора измеряют плоским щупом в положении наибольшего удаления подвижного контакта от неподвижного. Так как при регулировке зазора в контактах изменяется и момент начала их размыкания, то после каждой такой регулировки производят проверку установки зажигания.

После установки зажигания присоединяют трубку вакуумного регулятора, закрепляют ротор и крышку распределителя и присоединяют провода высокого напряжения в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. Для двигателей МЗМА—1—3—4—2, М—21—1—2—4—3, четырехцилиндрового V-образного ЗАЗ—1—2—4—3, для шестицилиндрового ГАЗ и ЗИЛ—1—5—3—6—2—4 и для восьмицилиндрового V-образного ГАЗ и ЗИЛ—1—5—4—2—6—3—7—8.

Указанная установка зажигания не является окончательной, так как не учитывает качества применяемого топлива. Окончательная корректировка установки зажигания производится октан-корректором при испытании пробегом. Для этого прогревают двигатель до нормальной температуры и разгоняют автомобиль на горизон-

тальном участке до скорости 20—25 *км/час* (легковые — до 30—40 *км/час*).

При движении на прямой передаче резко нажимают до отказа на педаль управления дроссельной заслонкой и внимательно прислушиваются к работе двигателя. Зажигание установлено правильно, если при увеличении скорости движения грузового автомобиля до 50 *км/час* (легкового до 80 *км/час*) будут наблюдаться легкие скоро исчезающие детонационные стуки. При сильной, продолжительной детонации необходимо поворотом корпуса прерывателя-распределителя с помощью октан-корректора в сторону вращения кулачковой муфты уменьшить угол опережения зажигания и снова проверить. При позднем зажигании — детонационные стуки совсем не прослушиваются — корпус прерывателя-распределителя поворачивают против вращения кулачковой муфты.

Для двигателей, работающих на высокооктановом бензине, корректировку установки зажигания производят по приемистости двигателя. При резком открытии дроссельной заслонки в период разгона автомобиля двигатель должен быстро увеличивать число оборотов коленчатого вала.

Проверять установку зажигания необходимо во всех случаях после регулировки центробежного и ваккумного регуляторов, зазора в контактах прерывателя, регулировок карбюратора, при смене сорта топлива, а также при замене деталей или разборке узлов привода валика прерывателя-распределителя.

Правильность установки зажигания описанным методом будет зависеть от исправности центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания и соответствия их характеристик заводским данным.

§ 2. Контактно-транзисторная система зажигания

На автомобилях ЗИЛ-130 и ГАЗ-53А последних выпусков устанавливается новая контактно-транзисторная система зажигания. Необходимость внедрения новых си-

стем зажигания вызывается изменениями параметров карбюраторных двигателей при их дальнейшем совершенствовании. Развитие двигателестроения идет в направлении повышения степени сжатия, увеличения угловой скорости вращения коленчатого вала и числа цилиндров, повышения экономичности, надежности и долговечности работы, снижения уровня радиопомех, вызываемых системой зажигания. Все эти параметры предъявляют определенные требования к системе зажигания двигателя и уже не могут быть выполнены и обеспечены обычными системами батарейного зажигания.

Так, повышение степени сжатия приводит к увеличению пробивного напряжения свечи, а следовательно, требует повышения напряжения во вторичной обмотке катушки зажигания. С увеличением угловой скорости вращения коленчатого вала (числа оборотов) и числа цилиндров двигателя время замкнутого состояния контактов, а значит, и сила тока в первичной цепи уменьшаются. В связи с этим для надежной работы исходный уровень вторичного напряжения должен быть повышен.

Повышение экономичности сопряжено с работой двигателя на обедненной рабочей смеси, надежное зажигание которой потребует увеличения искрового промежутка свечи и более высокого напряжения во вторичной цепи. Улучшение защиты от радиопомех связано с применением дополнительных подавительных сопротивлений во вторичной цепи и экранизации отдельных частей системы, снижающих величину вторичного напряжения.

В процессе эксплуатации двигателя условия работы системы зажигания изменяются. Увеличиваются зазор в контактах прерывателя и искровой промежуток свечи, повышаются переходные сопротивления всех контактов первичной цепи, увеличиваются отложения нагара и топливных присадок на свечах и т. д. Поэтому для надежной работы система зажигания должна иметь определенный запас по величине вторичного напряжения. А это значит, что для большей надежности система зажигания должна развивать и большее напряжение во

вторичной цепи. Как показывают исследования, повысить вторичное напряжение возможно, в основном, за счет увеличения тока первичной цепи. Дальнейшее увеличение коэффициента трансформации катушки зажигания не дает желаемых результатов из-за отрицательного влияния шунтирующего сопротивления нагара свеч зажигания, а также утечек в изоляции вторичной цепи. В обычных системах батарейного зажигания первый путь также не приемлем, так как с увеличением тока в первичной цепи долговечность работы контактов прерывателя резко снижается.

В контактно-транзисторной системе зажигания, устанавливаемой на автомобилях ЗИЛ-130 и ГАЗ-53А, повышение вторичного напряжения и улучшение других ее характеристик достигается за счет увеличения тока размыкания в первичной цепи (до 7 *а*) при одновременном снижении первичного тока, проходящего через контакты прерывателя (до 0,3÷0,9 *а*). Долговечность контактов прерывателя при этом возрастает в несколько раз по сравнению с обычной системой батарейного зажигания. Практически контакты не требуют зачистки и регулировки в процессе эксплуатации в пределах 100 тыс. *км* пробега автомобиля.

Контактно-транзисторная система зажигания состоит из тех же узлов, что и обычная система зажигания, и дополнительно включает транзисторный коммутатор с полупроводниковыми приборами.

Катушка зажигания Б114 отличается от Б13 обмоточными данными. Вторичная обмотка ее состоит из 41500 витков, первичная обмотка имеет 180 витков провода ПЭВ диаметром 1,25 *мм*, ее сопротивление равно 0,4 *ом*. Обмотки намотаны по чисто трансформаторной схеме (концы обмоток между собой не соединяются, как у стандартных). Вторичная обмотка одним своим концом соединяется с корпусом катушки зажигания массой, другим — через центральный вывод и провод высокого напряжения с распределителем.

Добавочное сопротивление СЭ107 выполнено в виде отдельного блока и разделено на две секции. Одна из

них включена в цепь постоянно, другая при пуске замыкается накоротко контактным диском тягового реле стартера. Обе части (по 0,5 *ом* каждая) выполнены из константановой проволоки.

Прерыватель-распределитель марки Р4-Д для ЗИЛ-130 и Р13-Д для ГАЗ-53А отличается от стандартного только отсутствием конденсатора.

Транзисторный коммутатор ТК102 предназначен для включения рабочего тока в первичной цепи после замыкания контактов прерывателя. При этом через контакты прерывателя проходит только ток управления транзистора (0,3÷0,9 *а*). Транзисторный коммутатор смонтирован в литом алюминиевом корпусе, имеющем ребристую поверхность для лучшего охлаждения, и состоит из германиевого транзистора ГТ701-А, германиевого диода Д7Ж, кремниевого стабилитрона Д817-В, двух керамических сопротивлений $R_1=2$ *ом* и $R_2=20$ *ом*, конденсатора $C_1=1$ *мкф*, электролитического конденсатора $C_2=50$ *мкф* и импульсного трансформатора ИТ. Импульсный трансформатор имеет две обмотки: первичную из 50 витков, сопротивлением в 0,14 *ом* и вторичную — 150 витков, сопротивлением 7 *ом*. Транзисторный коммутатор устанавливается в кабине водителя и корпус его надежно соединяется с массой.

Принцип действия контактно-транзисторной системы зажигания. Германиевый транзистор типа *Р-П-Р* включен в первичную цепь последовательно: коллектор соединен с массой, эмиттер — с первичной обмоткой катушки зажигания (рис. 60) База транзистора является его управляющей частью и соединяется через первичную обмотку импульсного трансформатора *ИТ* с прерывателем, а через вторичную обмотку, шунтированную сопротивлением R_2, с эмиттером. При включенном зажигании, если контакты прерывателя разомкнуты, транзистор будет закрыт и ток от батареи в первичную обмотку катушки зажигания через транзистор не пойдет, так как сопротивление перехода коллектор — эмиттер *К—Э* будет очень велико. Для того чтобы «открыть» транзистор, необходимо к его базе

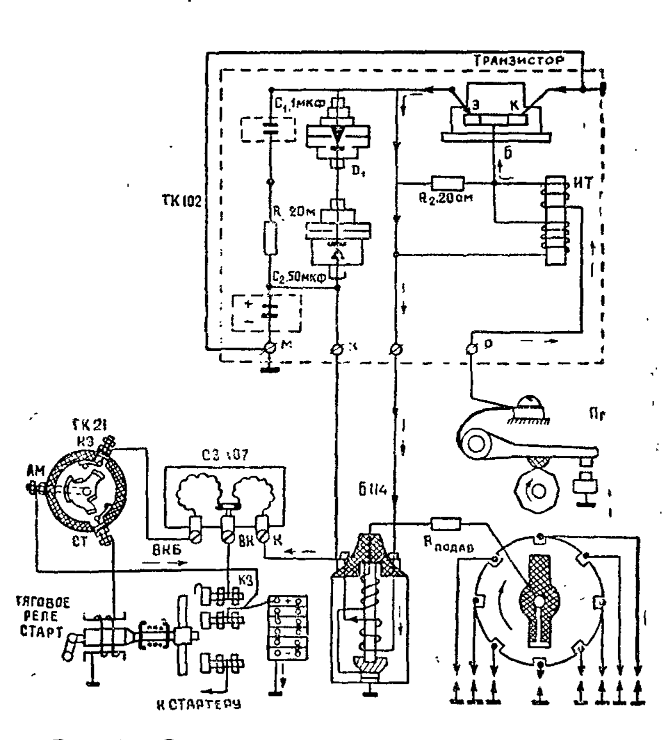


Рис. 60. Схема контактно-транзисторной системы зажигания:

ТК102 — транзисторный коммутатор; ИТ — импульсный трансформатор; К, Б и Э — электроды транзистора (коллектор, база, эмиттер): Д — диод; Дст — диод-стабилитрон: Б114 — катушка зажигания; СЭ107 — добавочные сопротивления; ВК21 — выключатель зажигания; ТРС — тяговое реле стартера; Р — распределитель; Пр — прерыватель; Цепь тока управления обозначена пунктирными стрелками, а цепь рабочего тока низкого напряжения — сплошными стрелками.

подвести положительное (в прямом направлении) напряжение.

Тогда транзистор перейдет в состояние насыщения, сопротивление его уменьшится до незначительной величины и в первичную цепь через переход *К — Э* будет поступать ток батареи (порядка 3—7 *а*). Положительное напряжение к базе транзистора подводится в момент замыкания контактов прерывателя, при этом через контакты проходит лишь небольшой по величине (0,3—0,9 *а*) ток управления.

Цепь рабочего тока низкого напряжения: минусовая клемма батареи — масса — коллектор и эмиттер транзистора — первичная обмотка катушки зажигания — добавочные сопротивления — выключатель зажигания—зажим тягового реле стартера — плюсовая клемма батареи.

При размыкании контактов прерывателя ток управления прерывается, возникающая при этом *эдс* самоиндукции во вторичной обмотке импульсного трансформатора создает отрицательное напряжение на эмиттерном переходе *Э — Б*, и транзистор запирается. Импульсный трансформатор, таким образом, включен в схему для так называемого активного запирания транзистора, благодаря чему рабочий ток в первичной цепи резко прерывается (за 3—5 *мк* сек.) и во вторичной обмотке катушки зажигания индуктируется ток высокого напряжения, порядка 30 тыс. вольт.

Цепь тока высокого напряжения: вторичная обмотка катушки зажигания — масса — боковой и центральный электроды свечи зажигания — распределитель — вторичная обмотка катушки зажигания.

Стабилитрон (на рис. 60 D_{mc}) и диод D_1, включенные параллельно первичной обмотке катушки зажигания, выполняют роль защиты транзистора от пробоя при возможном возрастании напряжения в первичной цепи (например, при отсоединении провода от свечи зажигания или другом каком-нибудь разрыве во вторичной цепи). Напряжение пробоя стабилитрона (около 100 *в*) ниже, чем у транзистора (160 *в*), поэтому при увеличе-

нии напряжения более 100 *в* стабилитрон пробивается и шунтирует первичную обмотку катушки зажигания, в результате чего напряжение на зажимах первичной обмотки резко снижается. (Стабилитрон, в отличие от транзистора, после пробоя из строя не выходит). Диод $Д_1$ включен встречно стабилитрону и препятствует прохождению тока от батареи через стабилитрон в прямом направлении. Наличие в цепи сопротивления $R_1=2$ *ом* и конденсатора $C_1=1$ *мкф* уменьшает ток самоиндукции в транзисторе и его нагрев в процессе запирания.

Электролитический конденсатор $C_2=50$ *мкф* предохраняет схему от случайных кратковременных перенапряжений, которые могут возникнуть при неисправностях в цепи батарея — генератор — реле-регулятор.

§ 3. Система зажигания от магнето

Источником тока низкого напряжения в магнето является магнито-электрический генератор с возбуждением от постоянного магнита. Ротор генератора тракторных магнето представляет собою двухполюсный магнит, вращающийся между двумя стойками — полюсными башмаками. К стойкам крепится сердечник индукционной катушки. Первичная обмотка катушки является обмоткой генератора. При вращении ротора через сердечник катушки проходит переменный по величине и направлению магнитный поток (рис. 61), который, пересекая витки обмотки катушки, наводит в ней *эдс* напряжением 15—30 *в*. Отличительная особенность в принципе действия магнето по сравнению с батарейной системой зажигания состоит в том, что для получения тока высокого напряжения во вторичной обмотке первичную цепь необходимо разрывать в строго определенные моменты.

Напряжение во вторичной обмотке будет наибольшим в том случае, когда первичная цепь будет разрываться в моменты прохождения по ней наибольшего тока. По-

ложение ротора магнето, при котором в первичной цепи проходит наибольший ток, называется абрисом магнето. В этот момент прерыватель должен размыкать первичную цепь. Абрис измеряют углом, на который повернулся магнит от нейтрального положения до начала размыкания контактов. Для большинства отечественных марок магнето абрис составляет 8—10° или 2—3 *мм*

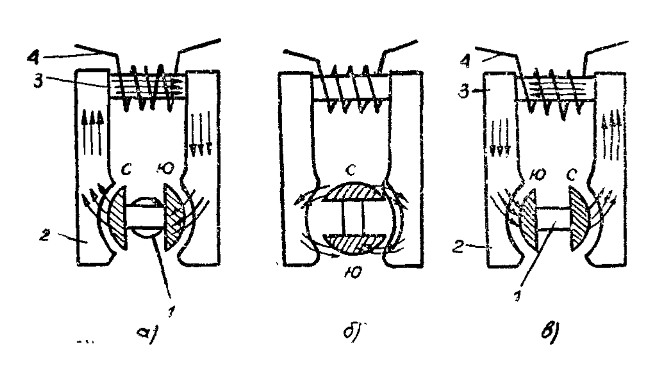


Рис. 61. Изменение магнитного потока в сердечнике индукционной катушки:

а — силовые линии идут слева направо; *б* — силовые линии замыкаются через полюсные башмаки; *в* — силовые линии идут справа налево; *1* — магнит; *2* — П-образная стойка; *3* — сердечник; *4* — первичная обмотка.

от кромки полюсного наконечника магнита до кромки башмака (рис. 62). При размыкании контактов прерывателя во вторичной обмотке индуктируется ток высокого напряжения (10—20 тыс. *в*), который токораспределительным устройством и проводами подводится к свечам зажигания в порядке работы цилиндров двигателя.

Путь тока низкого напряжения. При замкнутых контактах прерывателя ток пойдет через контак-

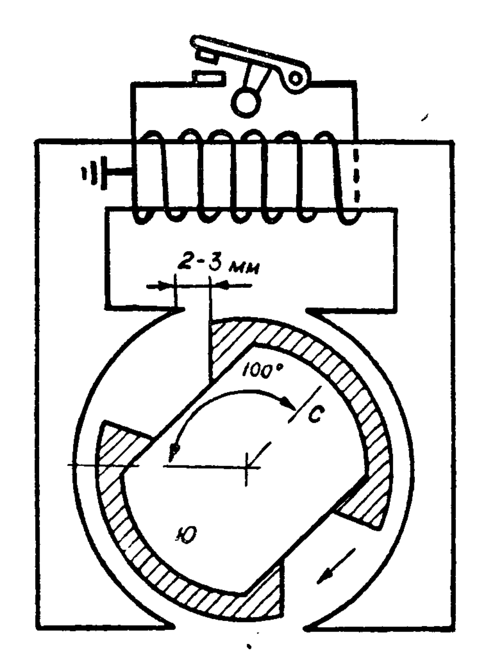


Рис. 62. Положение полюсов магнита в момент наибольшего тока в первичной обмотке (момент наибольшего изменения магнитного потока).

ты прерывателя на массу и по массе возвратится во второй конец первичной обмотки.

Путь тока высокого напряжения: латунная пластина — вывод высокого напряжения индукционной катушки — токораспределительное устройство — провод высокого напряжения — центральный электрод

свечи — боковой электрод — масса — первичная обмотка и другой конец вторичной обмотки. При повороте ротора магнето на пол-оборота направление тока изменится на обратное.

§ 4. Устройство магнето

Магнето с двухполюсным магнитом может быть одно- или двухискровым, так как за один оборот ротора может давать одну или две искры. При этом кулачковая шайба прерывателя будет иметь соответственно один или два выступа, а следовательно, за один оборот ротора будет одно или два размыкания первичной цепи.

В зависимости от направления вращения ротора различают магнето правого и левого вращения. Последняя цифра в обозначении марки магнето указывает: четная цифра — магнето правого вращения, нечетная — левого вращения.

Устройство магнето различных марок примерно одинаковое. Отличаются магнето размерами и расположением деталей, а также конструкцией распределителя. Двухискровое магнето помимо генератора переменного тока включает в своем устройстве прерыватель с конденсатором, токораспределительное устройство, а также, в зависимости от марки магнето, пусковой ускоритель или муфту опережения зажигания. Корпус магнето изготовляется из цинкового сплава с залитыми в нем полюсными башмаками магнитопроводов. Магнитопроводы набраны из пластин электротехнической стали, изолированных между собой окислой пленкой с целью уменьшения нагревания их вихревыми токами, которые возникают под действием магнитного поля.

Ротор магнето состоит из стального составного вала с закрепленным магнитом и полюсными наконечниками. Магнит изготовляют из железоникельалюминиевого сплава. Полюсные наконечники набраны из пластин электротехнической (трансформаторной) стали.

На переднем конце вала ротора устанавливают муфту опережения зажигаиия или пусковой ускоритель. На заднем коице вала закрепляется кулачковая муфта прерывателя.

Индукционная катушка состоит из сердечника, набранного нз пластин электротехнической стали, первичной и вторичной обмоток. Первичная обмотка наматывается на сердечник толстым проводом диаметром 0,7—1,0 *мм* и имеет 160—180 витков. Вторичная обмотка наматывается поверх первичной тонким проводом диаметром 0,07 *мм* с числом витков порядка 12—13 тыс. Один конец первичной обмотки соединяют с массой (с сердечником катушки), другой конец — с прерывателем. Один конец вторичной обмотки соединяют с первичной обмоткой, а другой — с латунным выводом высокого напряжения. Такое соединение обмоток называется автотрансформаторным.

Для повышения электрической прочности изоляции обмотки пропитывают в вакууме турбинным маслом и сверху покрывают лаком.

С целью предотвратить возможность пробоя изоляции катушки, особеино в случаях переиапряжения, например, когда один из проводов отключится от свечи зажигания, в магнето предусматривается искровой предохранитель. Искровой предохранитель представляет собой воздушный промежуток 10—11 *мм* между пластиной тока высокого напряжения и корпусом или крышкой магнето (массой).

Прерыватель магнето устроен так же, как и прерыватель в батарейной системе зажигания. Кулачковая шайба прерывателя устанавливается на валу магнето в строго определенном положении и фиксируется шпонкой. Как уже отмечалось, напряжение во вторичной обмотке магнето в большей степени зависит от момента размыкания первичной цепи. Поэтому и контакты прерывателя должны быть установлены также в строго определенном положении по отношению к кулачковой шайбе, а необходимый угол опережения зажигания должен обеспечиваться приводом магнето. Прерыватель

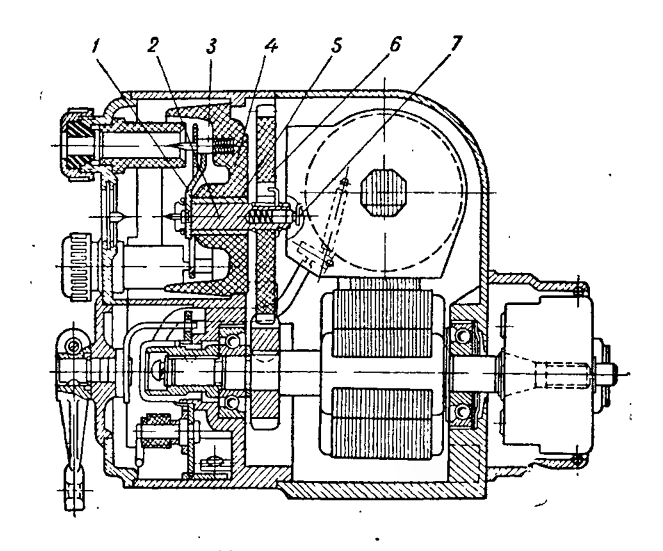


Рис. 63. Магнето с токоведущей осью:

1 — вращающийся электрод; 2 — ось; 3 — неподвижный электрод; 4 — основание распределителя; 5 — подшипник; 6 — большая шестерня; 7 — электрод.

двухискрового магнето работает в лучших условиях, чем в батарейном зажигании, так как при каждом размыкании направление тока в первичной цепи меняется. Благодаря этому контакты изнашиваются равномерно.

Токораспределительное устройство предназначено для распределения тока высокого напряжения по проводам свеч зажигания в соответствии с порядком работы цилиндров. Токораспределительное устройство магнето четырехцилиндрового двигателя (рис. 63) состоит из изоляционного основания 4 с впрессованными в иего неподвижными контактами 3, оси 2 с вращающимся электро-

дом *1*, подшипника-втулки *5* и приводных шестерен *6*. Ток с вывода катушки поступает на электрод *7*, по оси *2* большой шестерни *6* к вращающемуся электроду *1*, затем разносится на неподвижные контакты и провода

Муфта опережения зажигания устанавливается на некоторых магнето (М24, М47 и др.) для автоматического изменения угла опережения зажигания в зависимости от числа оборотов двигателя. Принцип действия муфты опережения зажигания заключается в следующем. Ротор магнето соединяется с приводной ведущей обоймой (вилкой) не жестко, а через грузики. Под действием центробежной силы грузики расходятся и в зависимости от числа оборотов изменяют свое положение, а вместе с ними будет изменять свое положение и ротор магнето с кулачковой шайбой относительно контактов прерывателя.

Пусковой ускоритель предназначен для усиления мощности искры в момент пуска двигателя при медленном вращении коленчатого вала. Пусковой ускоритель МС152 состоит из корпуса *1* (рис. 64), который своими поводками *2* соединяется с приводной муфтой. На переднем конце валика ротора закреплена втулка *4*. На втулке *4* жестко укреплена пластина *5* с двумя осями *6* для собачек *7*.

Вращение от вала двигателя и корпуса ускорителя передается через пружину *8* втулке *4*, пластине с собачками и ротору магнето.

При вращении одна из собачек упирается в выступ на корпусе магнето, и ротор не будет вращаться до тех пор, пока корпус ускорителя своими выступами *3* не сбросит собачку с выступа на корпусе магнето.

Закрученная пружина резко повернет ротор магнето, обеспечивая достаточно быстрое изменение магнитного потока в сердечнике катушки и получение тока высокого напряжения. При числе оборотов более 150 *об/мин* собачки под действием центробежной силы разойдутся и не будут зацепляться за выступ на корпусе магнето Ускоритель, таким образом, автоматически выключается. Марки магнето приведены в таблице 8.

Марка магнето	Число цилиндров, получающих искру	Расположение выводов высокого напряжения на корпусе	Расположение клеммы выключателя
М24-А1	1	Справа*	Нажимная справа
М124	1	Слева	То же
М24-А	1	Справа	»
М24	1	То же	»
М24-Б	1	»	»
М25-Б	1	»	Нажимная слева
М27-Б	1	»	То же
М30-Б	1	Слева	»
М37	1	Справа	Дистанционная слева
М47-Б1, М47-Б	2	В торец	Дистанционная справа
М145	2	То же	То же

* Если смотреть на магнето со стороны привода.

Таблица 8

Устройство для регулировки момента зажигания	Установлено на двигателе
Жесткая муфта МС100	Пусковой двигатель ПД10-М
То же	Пусковой двигатель ПД10-М2
Муфта опережения зажигания МС22-А	Пусковой двигатель ПД10-М
Муфта опережения зажигания МС22	То же
То же	Стационарный двигатель УД-1
—	Стационарный двигатель ОДВ-300В
Муфта опережения зажигания МС22	Стационарный двигатель Л3/2
—	Стационарный двигатель 2СД-В
Пусковой ускоритель МС9	Тракторный двигатель Д-14
Муфта опережения зажигания МС22-А	Пусковые двигатели для КДМ-46, КДМ-100, КДМ-100Б, Д-130, 6КДМ-50Т
Пусковой ускоритель МС145	Пусковой двигатель КДМ-46

Марка магнето	Число цилиндров, получающих искру	Расположение выводов высокого напряжения на корпусе	Расположение клеммы выключателя
М48-Б1, М48-Б	2	В торец	Нажимная справа
М152	2	То же	Без выключателя зажигания
М48-В1, М48-В	2	»	Дистанционная слева
М68-Б, М68	2	Вверх	Нажимная справа
М14-Б	2	»	Ввертная дистанционная на стороне прерывателя
М12	4	»	»
М14	4	»	»
М19	4	»	»

Установка зажигания от *магнето* в принципе не отличается от установки батарейного зажигания. Перед установкой магнето проверяют и при необходимости регулируют зазор в контактах прерывателя. Он должен быть равен 0,25—0,35 *мм*. Зазор регулируют перемещением пластины с неподвижным контактом. Затем пор

Устройство для регулировки момента зажигания	Установлено на двигателе
Муфта опережения зажигания МС22-А	Стационарный двигатель Л6/3
Пусковой ускоритель МС152	Тракторные двигатели Д-24, Д-28
Муфта опережения зажигания МС22-А	Тракторный двигатель Б-7
То же	Стационарный двигатель УД-2
Пусковой ускоритель МС7	Тракторный двигатель Д-24
Пусковой ускоритель ПУ4646	Стационарный двигатель ГАЗ-321
Пусковой ускоритель ПУ20-3199	Стационарный двигатель Л12/4
Пусковой ускоритель ПУЛ4747-Г	Стационарный двигатель У-5М

шень первого цилиндра устанавливают при такте сжатия на установочный угол зажигания, рекомендуемый для данного двигателя (в соответствии с инструкцией), а ротор магнето — в положение начала размыкания контактов прерывателя или по меткам. В таком положении соединяют ротор магнето с приводом и закрепляют

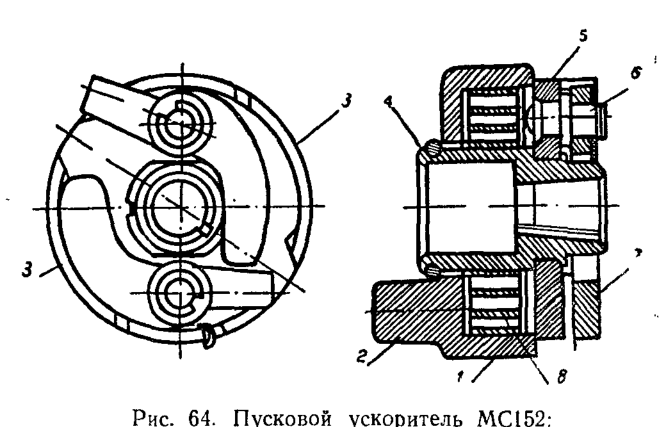


Рис. 64. Пусковой ускоритель МС152:

1 — корпус; *2* — поводок; *3* — выступ; *4* — втулка; *5* — пластина; *6* — ось; *7* — собачка; *8* — пружина.

корпус магнето на двигателе. В соответствии с порядком работы присоединяют провода к запальным свечам. Установку ротора магнето на начало размыкания контактов лучше производить с помощью тонкой папиросной бумажки, заложенной между контактами прерывателя. Момент освобождения ее при медленном прокручивании ротора и будет соответствовать началу размыкания контактов.

Правильность установки зажигания проверяют при медленном прокручивании коленчатого вала двигателя, следя за совпадением момента проскакивания искры в вывернутой свече зажигания с положением установочных меток (или положением поршня относительно ВМТ). Для магнето с фланцевым креплением корректировку угла опережения зажигания производят поворотом — смещением корпуса магнето в овальных отверстиях его фланца. При повороте корпуса магнето в сторону вращения угол опережения уменьшается.

§ 5. Обнаружение неисправностей и проверка приборов зажигания

Проверка приборов зажигания может производиться как непосредственно на двигателе, так и отдельно снятых. Более тщательная проверка производится на специальных стендах и с помощью специальных приборов в условиях мастерских. Однако при эксплуатации отдельные неисправности в системе зажигания могут быть выявлены простейшим путем с помощью контрольной лампы.

Свечи зажигания проверяют с помощью специального прибора, например, модели 514-2 (М) Новгородского завода ГАРО, на герметичность при давлении 10 *кг/см²* и бесперебойность искрообразования при нормальном зазоре между электродами в специальной камере прибора при давлении воздуха в ней не менее 6 *кг/см²*. Зазор между электродами устанавливают подгибом бокового электрода.

Неисправность свечи зажигания можно установить непосредственно на двигателе. Неработающую свечу лёгко обнаружить поочередным закорачиванием свеч на массу на работающем двигателе с помощью отвертки или молотка. При закорачивании неисправной свечи работа двигателя, его обороты (скорость вращения коленчатого вала), перебои не изменяются. Иногда перебои в работе двнгателя возникают только при увеличении нагрузки. Это может произойти, например, из-за наличия трещин в изоляторе свечи. В этом случае обнаружить неисправную свечу можно поочередной заменой свеч заведомо исправной.

При неработающем двигателе бывает полезным проверить исправность свечи, вывернутой из цилиндра. Соединив центральный электрод свечи с проводом высокого напряжения катушки зажигания, а корпус свечи с массой, размыкают рукой контакты прерывателя при включенном зажигании. В момент размыкаиия контактов прерывателя между электродами свечи должен происходить искровой разряд. Следует, однако, иметь в ви-

ду, что такая проверка не соответствует условиям работы свечи внутри цилиндра и поэтому и при наличии искры между электродами еще нельзя сделать окончательного заключения об исправности свечи. Такая проверка может обнаружить только явные дефекты свечи.

Неисправности свеч зажигания и способы их устранения. Свечи, не выдержавшие испытаний на стенде на герметичность и бесперебойность искрообразования, подлежат замене. Замасленные свечи или загрязненные нагаром очищают. Нагар лучше всего удалять при помощи пескоструйного аппарата. Замасленные свечи промывают в бензине и насухо вытирают.

Прерыватель должен обеспечивать надежное размыкание и замыкание цепи низкого напряжения на всех скоростных режимах двигателя. При его испытаниях на стенде проверяют: а) сопротивление контактов при их замкнутом положении, б) угол замкнутого состояния контактов, в) натяжение пружины рычажка подвижного контакта, г) вибрацию контактов, д) угол чередования искр, е) емкость и сопротивление изоляции конденсатора.

Сопротивление контактов при их замкнутом состоянии должно быть по величине небольшим и стрелка прибора должна находиться на зеленой шкале «в норме». Увеличение сопротивления в контактах может быть по причине их загрязнения, замасливания, окисления или износа.

Угол замкнутого состояния контактов определяют на стенде при $n=1500$ об/мин путем измерения величины тока в цепи низкого напряжения. При отклонении от нормы изменяют величину зазора в контактах прерывателя и проверяют натяжение пружины рычажка. С увеличением зазора в контактах и при ослаблении пружины рычажка угол замкнутого состояния, а следовательно, и величина тока в первичной цепи уменьшаются.

Натяжение пружины рычажка измеряют динамометром и оно должно быть в пределах 400—700 *г*.

О вибрации контактов прерывателя судят по интенсивности вспышки лампы на диске синхронографа спе-

циального стенда. Слабое свечение лампы указывает на наличие вибрации. Вибрация контактов возникает при слабой пружине рычажка прерывателя, износах втулки и оси рычажка, а также слабом креплении контактов.

Проверка угла чередования искр на стенде производится при скорости вращения вала электродвигателя 100—200 об/мин. Отклонение угла чередования искр не должно превышать $\pm 1°$ и для магнето $\pm 2°$. Большие отклонения указывают на повышенный и неравномерный износ кулачков, втулок валика привода, погнутость валика.

Кроме того, на стенде проверяют электрическую прочность изоляции изолированного (подвижного) контакта прерывателя напряжением 380 *в*.

Конденсатор проверяют на электрическую прочность его диэлектрика (изоляции). Сопротивление изоляции при температуре +20°С должно быть не ниже 50 *мгом.* Проверяют конденсатор постоянным током напряжением в 220 или 380 *в,* включая его последовательно с неоновой лампой. Одна вспышка неоновой лампы при включении указывает на исправный конденсатор. Повторение вспышек через 5—10 сек.— конденсатор поврежден и имеет утечку, постоянное свечение лампы — пробой (замыкание) конденсатора.

Исправность работы прерывателя можно проверить непосредственно на двигателе с помощью контрольной лампы и амперметра (если он имеется в схеме). Основными неисправностями прерывателя могут быть обрыв или замыкание цепи в прерывателе. Обрыв цепи в прерывателе можно установить подключением контрольной лампы к клемме *II* корпуса прерывателя (рис. 56). Другую клемму лампы присоединяют к массе. Если при включенном зажигании и замкнутых контактах прерывателя лампа горит,— в прерывателе обрыв цепи. Если лампа горит, но слабо (с небольшим накалом),— повышенное сопротивление в контактах. Обрыва в цепи нет, если лампа при этом гореть не будет. При исправном прерывателе, если включить зажигание и рукой замыкать и размыкать контакты, стрелка амперметра будет ко-

лебаться, показывая больший и меньший разряд. Если стрелка амперметра стоит неподвижно — обрыв первичной цепи (но может быть не только в прерывателе).

Наличие замыкания в первичной цепи можно обнаружить по показаниям амперметра. При разомкнутых контактах прерывателя и включенном зажигании неподвижно стоящая у нуля стрелка амперметра указывает на отсутствие замыкания в первичной цепи. Если же при этом стрелка заметно отклонится в сторону разряда, замыкание в первичной цепи следует искать от индукционной катушки зажигания и до контактов прерывателя. При отключении прерывателя (отсоединяют провод, идущий от зажима P катушки зажигания), при наличии замыкания в нем, стрелка амперметра будет стоять у нуля. Контрольная лампа, подсоединенная к проводу низкого напряжения, идущего к прерывателю, при этом будет гореть. Замыкание первичной цепи может быть из-за пробоя конденсатора. Если в предыдущей проверке к отсоединенному проводу низкого напряжения присоединить провод конденсатора (корпус его должен быть соединен с массой), то при неисправном конденсаторе лампа гореть не будет.

Конденсатор можно также проверить по его зарядке. Для этого провод конденсатора отсоединяют от первичной цепи и подносят с небольшим зазором к проводу высокого напряжения катушки зажигания. Размыкая контакты прерывателя при включенном зажигании, зарядить конденсатор тремя-четырьмя искрами. Затем конденсатор разряжают, приблизив провод его к корпусу. При исправном конденсаторе в зазоре будет проскакивать искра с характерным щелчком даже спустя некоторое время после зарядки. Если сразу же после зарядки разрядная искра есть, а через несколько секунд после зарядки ее нет,— конденсатор дает утечку, т. е. поврежден и его следует заменить.

При проверке прерывателя магнето с помощью контрольной лампы необходим посторонний источник тока. Для этих целей вполне пригодны лампочка и батарейка от карманного фонаря.

Наиболее часто встречающиеся неисправности прерывателя: замасливание, загрязнение, окисление контактов — увеличивают сопротивление при их замкнутом состоянии. При этом снижается ток в первичной цепи и уменьшается напряжение во вторичной обмотке катушки зажигания. Устранение дефекта производят протиранием контактов плотной тканью, слегка смоченной бензином; окисленные контакты зачищают тонким надфилем, абразивной пластинкой или стеклянной бумагой зернистостью 140—170. Углубление на поверхности контакта полностью выбирать не следует.

Неправильный зазор в контактах. От величины зазора зависит угол (продолжительность) замкнутого состояния контактов, а следовательно, величина тока в первичной цепи и величина напряжения во вторичной обмотке катушки зажигания. Зазор регулируют поворотом эксцентрика пластины неподвижного контакта. Несовпадение центров контактов при этом не должно быть более 0,3 *мм,* а плоскости контактов должны быть параллельными.

Заедание рычажка на оси и ослабление его пружины также влияет на угол замкнутого состояния контактов. Необходимо установить причину заедания рычажка и при необходимости смазать сопряженные поверхности. Слабую пружину заменить или подогнуть шину крепления пружины.

Неисправный конденсатор (пробит). Признаки: сильное искрение в контактах и быстрый их износ (эрозия). Двигатель может работать на малых оборотах без видимых признаков неисправностей в системе зажигания, но с увеличением оборотов начинает работать с перебоями и из глушителя слышны оглушительные выстрелы. Необходимо проверить конденсатор, неисправный — заменить.

Пробой изоляции клеммы провода низкого напряжения или рычажка является причиной замыкания первичной цепи. Обнаруживается наружным осмотром и с помощью контрольной лампы.

Распределитель проверяют на бесперебойность искро-

образования при скорости вращения ротора 500—600 об/мин и искровом промежутке разрядника в 12 *мм*. Отсутствие перебоев в искрообразовании свидетельствует о высокой электрической прочности изоляции проводов, крышки и ротора распределителя. Явным признаком неисправности распределителя при проверке его на двигателе является отсутствие искры у свеч зажигания при наличии тока высокого напряжения на выводе индукционной катушки зажигания. Наличие тока высокого напряжения в системе зажигания выявляют по искре между наконечником центрального провода распределителя и массой размыканием рукой контактов прерывателя при включенном зажигании.

Характерные неисправности распределителя. Пробой изоляции ротора или крышки. Трещины ротора или крышки не всегда могут быть выявлены визуально, поэтому более тщательная проверка производится на стенде. Отсутствие контакта между наконечниками проводов и клеммами крышки распределителя и между токоразносной пластинкой ротора и электродами крышки из-за загрязнения, замасливания или окисления электродов. Устранение неисправностей: детали с трещинами заменяют, электроды и поверхности деталей протирают твердой тканью, слегка смоченной бензином.

Центробежный регулятор испытывают на стенде при разной скорости вращения приводного валика прерывателя-распределителя. При этом отмечают число оборотов момента начала и конца смещения светящейся риски на диске синхронографа, а также максимальный угол смещения светящейся риски и сравнивают их с рекомендуемыми значениями (см. табл. 6). В случае несоответствия полученных данных производят регулировку регулятора путем изменения натяжения пружин грузиков.

Вакуумный регулятор испытывают на герметичность, а также снимают его характеристику, данные которой должны соответствовать значениям таблицы 6. При испытании на герметичность к вакуумному регулятору подводят разряжение 400 *мм рт. ст.* (для прерывателей-

распределителей Р21-А, Р20, Р35, Р3-Б) или 250 *мм рт. ст.* (при испытании Р4-В, Р13-В). В первом случае утечка воздуха не должна превышать 25 *мм рт. ст.* за 1 мин., во втором — не более 5 *мм рт. ст.* за 1 мин. Регулировку угла опережения зажигания для получения нужной характеристики вакуумного регулятора производят изменением с помощью прокладок упругости пружины диафрагмы, а также смещением вакуумного регулятора относительно корпуса прерывателя-распределителя в овальных отверстиях крепежных винтов.

Возможные неисправности регуляторов опережения зажигания: заедание грузиков, поломка или ослабление пружин грузиков, повреждение диафрагмы, отсутствие герметичности в соединениях, ослабление пружины диафрагмы, заедание в шарикоподшипнике подвижной пластины прерывателя, большой зазор между пальцем и тягой диафрагмы. Простейшую проверку исправности регуляторов можно произвести наружным осмотром непосредственно на двигателе. Так, если отвести рукой рычажок прерывателя и повернуть кулачковую муфту по направлению вращения валика, а затем отпустить, то у исправного центробежного регулятора кулачковая муфта вернется в исходное положение. Действие вакуумного регулятора можно проверить, создавая разряжение ртом. Подвижная пластина прерывателя при этом должна повернуться в сторону против вращения кулачковой муфты.

Способы устранения неисправностей: поломанные детали и ослабевшие пружины заменяют. Заедания устраняют зачисткой рабочих поверхностей деталей и смазкой.

Индукционная катушка зажигания должна обеспечивать бесперебойное искрообразование на всех скоростных режимах двигателя. Изоляция первичной обмотки по отношению к корпусу должна выдерживать испытание на пробой переменным током напряжением 550 *в*. Проверяется катушка зажигания на максимальную величину бесперебойной искры и межвитковое замыкание первичной обмотки. Искра проверяемой катушки зажи-

гания по величине не должна быть меньше эталонной катушки стенда более чем на 2 *мм*. Наличие межвиткового замыкания первичной обмотки определяют измерением ее сопротивления. Уменьшение сопротивления по сравнению с нормой указывает на наличие межвиткового замыкания.

На двигателе с помощью контрольной лампы можно проверить катушку зажигания на обрыв или наличие замыкания в первичной обмотке. Для этого лампу одним зажимом присоединяют к клемме *Р*, другим — к массе. Провод, идущий к прерывателю, должен быть отсоединен. При наличии обрыва или замыкания лампа не будет гореть при включении зажигания. Если при переносе зажима лампы с клеммы *Р* на клемму *ВК-Б* и включенном зажигании лампа загорается,— в первичной обмотке (с добавочным сопротивлением) обрыв. Если лампа по-прежнему не горит,— замыкание именно в первичной обмотке, так как при наличии замыкания в первичной цепи до катушки из-за большой величины силы тока будут сильно нагреваться и гореть провода. Неисправную катушку зажигания или перегоревшее добавочное сопротивление заменяют. Отсутствие контакта проводов с клеммами устраняют зачисткой и подтяжкой креплений.

В системе зажигания от магнето, кроме того, проверяют степень намагниченности ротора и абрис магнето. Намагниченность ротора проверяют с помощью магнитометра, например, МД-4. Для ротора из железоникельалюминиевого сплава ЖНА минимально допустимая намагниченность должна быть не менее 250 *мквб*. От степени намагниченности ротора зависит величина напряжения во вторичной цепи и мощность искры.

Наивыгоднейшая величина абриса устанавливается опытным путем и указывается для данной марки магнето заводом-изготовителем. Абрис магнето на стенде УКС-60 определяют по величине угла смещения стрелки вращающегося разрядника от нулевого положения. При отклонениях от нормы изменяют положение кулачка относительно ротора.

Глава

ШЕСТАЯ

ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, ОБЛЕГЧАЮЩИЕ ПУСК ДВИГАТЕЛЕЙ

Для облегчения пуска дизельных двигателей при низкой температуре применяют пусковые подогреватели.

§ 1. Электрофакельный подогреватель с искровым зажиганием, устанавливаемый на двигателях ЯАЗ, МАЗ, КрАЗ и др.

Подогреватель служит для подогрева воздуха, поступающего в цилиндры двигателя. Состоит он из форсунки, соединенной топливопроводом с насосом ручной подкачки, индукционной катушки с электромагнитным прерывателем, конденсатора *4* емкостью 0,25 *мкф,* свечи зажигания *2,* массового электрода *1,* выключателя зажигания *10* и сигнальной лампы *9* включения зажигания (рис. 65). В 12-вольтовой системе электрооборудования применяется индукционная катушка Б17, в 24-вольтовой — Б200. Первичная обмотка катушки Б17 состоит из 254 витков провода диаметром 0,7 *мм* с общим сопротивлением 0,67 *ом;* вторичная обмотка *8* имеет *11* тысяч витков провода диаметром 0,07 *мм.*

Перед включением стартера включают зажигание и под действием тока сердечник катушки намагничивается и притягивает якорек *7*, происходит разрыв цепи. Ток прерывается, и под действием пружины якорька контакты снова замыкаются. Частота размыканий цепи достигает 400 пер/сек. Пульсация магнитного поля соз-

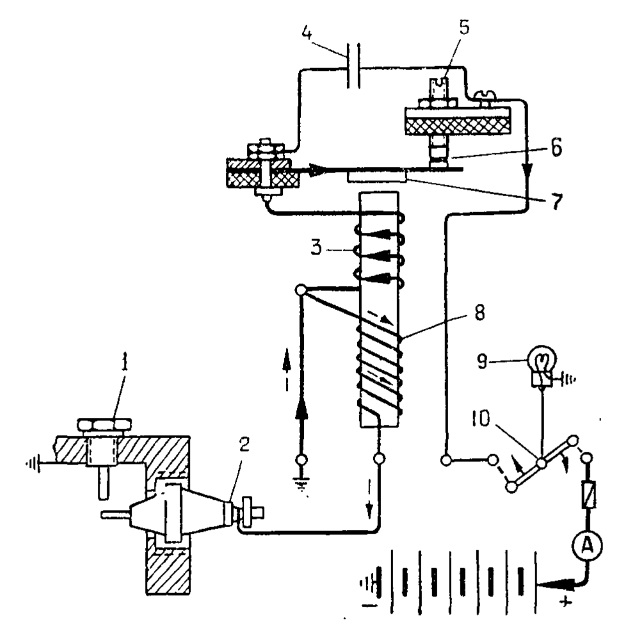


Рис. 65. Схема зажигания электрофакельного подогревателя воздуха в дизельных двигателях:

1 — массовый электрод; *2* — свеча зажигания; *3* — первичная обмотка индукционной катушки; *4* — конденсатор; *5* — контактный винт; *6* — контакты прерывателя; *7* — якорек; *8* — вторичная обмотка индукционной катушки; *9* — сигнальная лампа; *10* — *выключатель зажигания.*

дает импульсы высокого напряжения во вторичной цепи, и между электродами свечи происходит искровой разряд. Путь тока низкого напряжения: плюсовая клемма аккумуляторной батареи, включатель *10*, контакты

прерывателя, первичная обмотка *3* и по массе на минусовую клемму батареи. Путь тока высокого напряжения показан на схеме пунктирными стрелками. В подогревателях тракторов С-80 и С-100 зажигание осуществляется от магнето пускового двигателя. К центральному электроду свечи присоединяют провод, идущий от двух свободных клемм распределителя магнето М10А.

§ 2. Электрофакельный подогреватель

Электрофакельный подогреватель с зажиганием от спирали накаливания (рис. 66) состоит из топливного бачка *1*, электромагнитного клапана *4* и спирали накаливания *6*. При нажатии кнопки «нагрев» включается цепь обмотки электромагнита и спирали накаливания. Якорек *3* притягивается к сердечнику *2* электромагнита, клапан открывается и из бачка *1* топливо поступает в камеру с нагретой спиралью. Попадая на нагретую спираль, топливо испаряется и воспламеняется. Факел через окна *7* подогревает проходящий воздух.

§ 3. Пусковые подогреватели

Пусковые подогреватели со свечами накаливания (Д-37М, СМД-14, Д-50) предназначены для повышения температуры воздуха в камере сгорания. В камеру сгорания каждого цилиндра устанавливают свечу накаливания. В двигателях МТЗ, например, применяют двухпроводные свечи накаливания, включенные в цепь батареи последовательно (рис. 67). Двухпроводная свеча накаливания СНД100-Б2 — неразборной конструкции (рис. 68). В конусное отверстие корпуса *6* свечи запрессован сердечник *7*, изолированный от корпуса слоем слюды. В конусное отверстие сердечника также через слой слюды запрессован центральный стержень *9*. Сердечник и стержень соединены через электронагревательный элемент — спираль накаливания *10*. Контактное

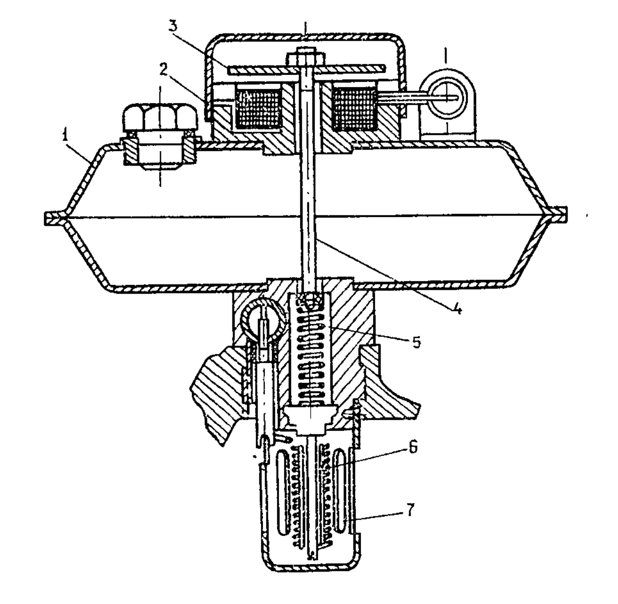


Рис. 66. Электрофакельный подогреватель воздуха двигателя СМД:

1 — бачок; *2* — сердечник электромагнита; *3* — якорь; *4* — клапан; *5* — пружина; *6* — спираль накаливаиия; *7* — окна.

кольцо *4* сердечника изолировано от контакта *2* стержня керамической втулкой *3*. Накидная гайка *5* имеет наружный шестигранник под ключ и резьбу для закрепления свечи в головке блока цилиндров.

Провода присоединены к контактам сердечника и стержня и зажимаются гайкой *1*. Свечи накаливания включены последовательно с контрольным элементом *2* (рис.

67) и добавочным сопротивлением *3*. Контрольный элемент служит для контроля степени нагрева свечей накаливания, а добавочное сопротивление — для ограничения тока в цепи свечей накаливания при включенной кнопке *4* перед пуском двигателя стартером. В момент пуска добавочное сопротивление закорачивается контак-

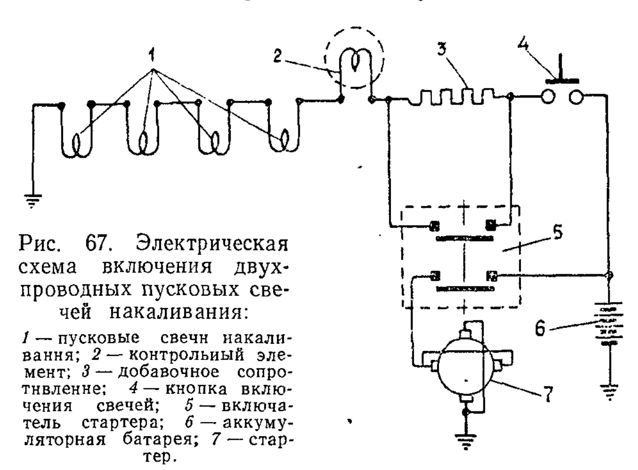


Рис. 67. Электрическая схема включения двухпроводных пусковых свечей накаливания:

1 — пусковые свечи накаливания; *2* — контрольный элемент; *3* — добавочное сопротивление; *4* — кнопка включения свечей; *5* — включатель стартера; *6* — аккумуляторная батарея; *7* — стартер.

тами включателя *5* стартера *7*, чтобы компенсировать падение напряжения аккумуляторной батареи. Ток накала при 12-вольтовой системе 45—50 *а*, рабочее напряжение спирали 1,4 *в*. Для четырех свечей и контрольного нагревательного элемента рабочее напряжение составит 7 *в*. Напряжение батареи при токе 50 *а* будет около 11,6 *в*. Поэтому добавочное сопротивление должно обеспечивать падение напряжения до 4,6 *в*. При пуске стартером напряжение батареи снижается до 7—8 *в* и при нажатии на кнопку стартера добавочное сопротивление автоматически закорачивается.

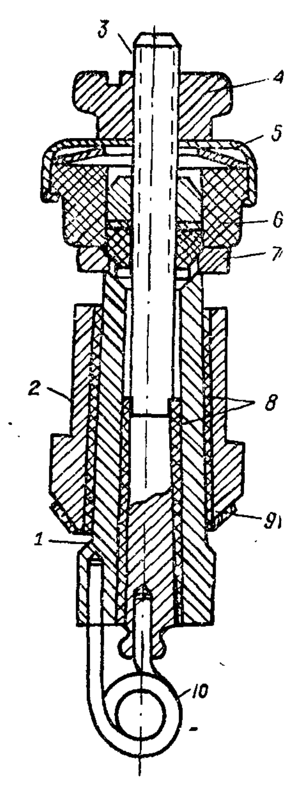


Рис. 68. Свеча накаливания СНД100-Б2:

1 — сердечник; *2* — корпус; *3* — центральный стержень; *4* — зажимная гайка; *5* — контактный колпачок; *6* — изолятор; *7* — контактное кольцо; *8* — слой слюды; *9* — уплотнительная прокладка; *10* — спираль накаливания.

§ 4. Проверка и регулировка пусковых подогревателей

Пусковую катушку зажигания испытывают так же, как и индукционную катушку зажигания. Бесперебойность искрообразования проверяют на трехэлектродном разряднике с искровым промежутком 7 *мм*. Пропуск искр допускается не более 3 раз в течение $1/2$ минуты и определяется на глаз и слух. Ток, потребляемый катушкой Б17 при напряжении питания 12 *в*, не должен быть более 3 *а*, для Б200 — не более 2 *а*. Зазор между якорем и сердечником при замкнутых контактах вибратора должен быть 0,3—0,5 *мм*. Зазор регулируют контактным винтом *5*, при вывертывании его зазор увеличивается (см. рис. 65).

Обмотку электромагнита пускового подогревателя со спиралью накаливания проверяют на пробой — электрическую прочность изоляции, а также на отсутствие межвиткового замыкания и обрыв.

Искровые свечи подогрева испытывают на герметичность при разности давлений в 4—5 *кг/см²* и бесперебойность искрообразования при нормальном зазоре между электродами 4—5 *мм*. Зазор регулируют с помощью отдельного бокового электрода.

Пусковые свечи накаливания, устанавливаемые в камеру сгорания на ряде дизельных двигателей (МТЗ и др.), работают в очень тяжелых условиях, поэтому испытание их на герметичность проводят при разности давлений в 20 *кг/см²*. Прорыв воздуха в течение 30 сек. не должен превышать 0,5 *см³*. При температуре окружающего воздуха 20° и напряжении 1,4 *в* спираль свечи должна нагреваться за 30 сек. до температуры 950—1050°.

Об исправности работы свечей накаливания на двигателе судят по накалу спирали контрольного элемента, включаемого последовательно в цепь также последовательно соединенных свеч накаливания. Так, при перегорании спирали одной из свеч или при обрыве цепи контрольный элемент совсем не нагревается. Быстрый

и сильный нагрев спирали контрольного элемента указывает на наличие замыкания в цепи. Место обрыва цепи или перегоревшую свечу накаливания можно установить путем последовательного поочередного замыкания клемм каждой свечи на массу, начиная с наиболее удаленной от аккумуляторной батареи при включенном включателе. У места обрыва цепи или свечи с перегоревшей спиралью будет наблюдаться искрение. Место замыкания устанавливают поочередным отключением свечей, начиная также с крайней, при кратковременном включении включателя подогревателя. При отключении замкнутой на массу свечи контрольный элемент нагреваться не будет.

Глава

СЕДЬМАЯ

ПРИБОРЫ ОСВЕЩЕНИЯ И СВЕТОВЫЕ СИГНАЛИЗАТОРЫ

§ 1. Лампы накаливания, фары

В приборах освещения и световой сигнализации в качестве источника света применяют лампы накаливания различной мощности. Лампа накаливания состоит из колбы, нити накала и цоколя. Нить накала изготовляют из вольфрамовой проволоки диаметром 15—250 *мк*, свитой в спираль. При работе спираль нагревается до 2400—2700°С (температура плавления вольфрама 3380°). Для увеличения срока службы лампы из полости колбы откачивают воздух, а вместо него колбы наполняют инертными газами. Маломощные лампы — до 3 свечей изготовляют пустотными.

С целью удаления остатков кислорода и влаги при изготовлении лампы внутрь колбы закладывают незначительное количество фосфора, бария и углерода, которые при первом нагреве взаимодействуют с кислородом и влагой, предотвращая их вредное действие на металл. Лампы накаливания выпускают для напряжения 6, 12 и 24 *в*. Изолятор цоколя изготовляют из стекла или пластмасс. Обозначения цоколя: первая цифра означает количество контактов (спиралей накаливания); буквы за этой цифрой указывают на конструкцию фокусирующего устройства: *Ш* — цоколь штифтовый, *Ф* — фокусирующий, *Д* — дисковый, следующая цифра обозначает диаметр цоколя (диска) в миллиметрах. Буква А указывает на то, что в цоколе штифты смещены.

В главных фарах автомобилей применяются двух-

Таблица 9

Тип лампы	Напряжение, *в*	Сила света, *св*	Световой поток, *лм*	Мощность лампы, *вт*	Продолжительность горения, *час.*	Тип цоколя
А22	12	1	12,6	2,09	500	1Ш-9
А23	12	1,5	18,8	3,14	500	1Ш-9
А24	12	3	37,7	5,9	500	1Ш-15
А25	12	6	75,4	8,25	500	1Ш-15
А10	12	15	190	14,3	300	1Ш-15
А26	12	21	264	18,6	200	1Ф-Д42
А39	12	21	264	18,6	250	1Ф-Д42
А27	12	21 + 6	264 75,4	18,6 8,25	200 500	2Ш-15А
А45	12	21 + 6	264 75,4	18,6 8,25	250 600	2Ф-Д42
А54	12	32	402	27,7	250	1Ф-Д42

А28	12	50+21	628	41,6	200	
			264	18,6	200	2Ф-Д30
А40	12	50+21	628	41,6		
			264	18,6	250	2Ф-Д42
А38	12	50+21	628	41,6		
			264	18,6	300	2Ф-Д30
А55	12	60+40	750	43		
			503	30,4	200	2Ф-Д42
А57	12	—	1440	80	125	1Ф-Д42
А12-50	12	—	800	50	200	
			600	40	100	2Ф-Д42-1
А12-32	12	32+ 4	402	27,7	300	
			50,3	7,4	1000	2Ш-15А
А28-1	28	1	12,6	2,5	500	1Ш-9
А28-3	28	3	37,7	6,85	500	1Ш-15
А28-21	28	21	264	20	200	1Ш-15
А28-32	28	32+ 4	402	29,2	200	
			50	10,0	500	2Ш-15А
А28-60	28	60+40	755	50		
			504	35	200	2Ф-Д42

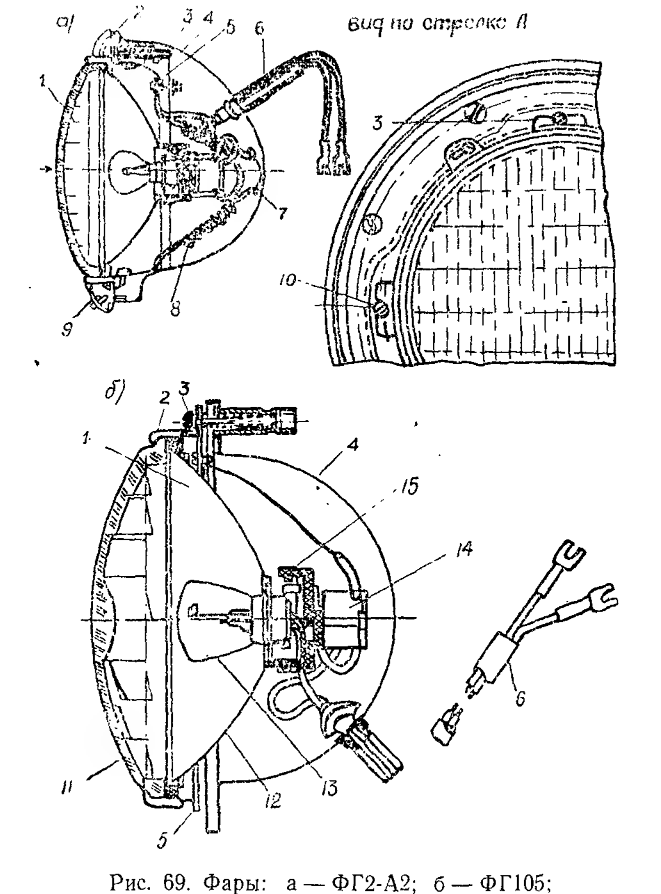


Рис. 69. Фары: а — ФГ2-А2; б — ФГ105;
1 — оптический элемент; *2* — ободок; *3* и *10* — регулировочные винты; *4* — корпус; *5* — держатель оптического элемента; *6* — проводники, *7* — кронштейн; *8* — пружина; *9* — винт крепления ободка; *11* — рассеиватель; *12* — рефлектор; *13* — лампа; *14* — колодка; *15* — патрон.

контактные лампы с двумя спиралями (ближнего и дальнего света). В тракторных фарах устанавливают лампы с одной спиралью.

Некоторые сведения о лампах приведены в таблице 9. Фара состоит из корпуса, оптического элемента, ободка и регулировочного устройства (рис. 69). Оптический элемент включает в себя рефлектор, лампу, патрон, колодку и рассеиватель. Рабочая поверхность рефлектора покрыта тонким слоем алюминия для лучшего отражения световых лучей (отражает до 90%). Сфокусированный рефлектором световой поток проходит через центральную часть рассеивателя, в котором сила света достигает 38 тыс. *св.* (при силе света лампы 60 *св*). Рассеиватель обеспечивает рассеивание светового потока как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях.

Рассеиватели тракторных фар имеют значительно больший угол рассеивания, чем у автомобильных фар. Фланец к цоколю лампы припаивается в определенном положении, и патрон позволяет устанавливать лампу в оптическом элементе так, чтобы нить дальнего света попадала в фокус рефлектора без дополнительной фокусировки. Спираль ближнего света при этом располагается несколько выше оптической оси фары, а световой поток направлен вниз. Поворотом всей фары на установочном болте (ЗИЛ) или с помощью регулировочных винтов *3* и *10* придают правильное направление световому потоку.

К наружному освещению, кроме фар дальнего и ближнего света, относятся габаритные фонари, указатели поворота, задние фонари освещения номерного знака и фонари стоп-сигнала.

Габаритные фонари предназначены для обозначения размеров машин, а также используются в качестве указателей поворота. Фонари стоп-сигналов и задние габаритные фонари снабжаются рассеивателями красного света, передние фонари — белого или оранжевого света. Свет указателей поворота мигающий с частотой мигания 60—120 в минуту.

Включение сигнализаторов поворота осуществляется

включателем, расположенным на щитке приборов, или рукояткой на рулевой колонке. Другие световые сигнализаторы, например, комбайна СК-4, включаются от специальных датчиков.

К внутреннему освещению относятся плафон в кабине или кузове, подкапотная лампа и лампа багажника (у легковых автомобилей), а также лампа щитка приборов.

§ 2. Обнаружение неисправностей в цепи приборов освещения. Регулировка фар

Приборы освещения и световые сигнализаторы проверяют на электрическую прочность изоляции токоведущих деталей и надежность контактных соединений электрической цепи. Электрическую прочность проверяют напряжением 220 *в* переменного тока. Напряжение прикладывают к массе и токоведущим проводам через контрольную лампу при вынутой лампе освещения. При отсутствии пробоя изоляции контрольная лампа не горит. Проверку надежности контактных соединений производят резким встряхиванием. Включенная лампа не должна мигать или гаснуть. Дребезжание деталей при встряхивании не допускается. Для придания правильного направления светового потока фары регулируют. Регулировку фар производят либо поворотом корпуса фары в горизонтальной и вертикальной плоскостях (автомобиль ЗИЛ-157К и др.), либо изменением наклона оптнческого элемента, если фара закрепляется неподвижно. С помощью верхнего регулировочного винта (см. рис. 69) изменяют наклон оптического элемента в вертикальной плоскости, при этом световой поток направляется ближе или дальше, и с помощью бокового винта поворачивают оптический элемент в горизонтальной плоскости (направляют световой поток вправо или влево). Для регулировки фар автомобиль или трактор с нормально накачанными шинами и без груза устанавливают на горизонтальной площадке перед экраном на определенном расстоянии. Экран размечают, как пока-

зано на рис. 70. Расстояние до экрана и другие размеры для разметки экрана приведены в таблице 10.

Центры световых пятен фар должны совпадать с точками пересечения горизонтальной линии с боковыми.

Основные неисправности: обрыв цепи или короткое замыкание. Обрыв цепи может быть при перегорании спирали лампы, плохого контакта в местах соединений.

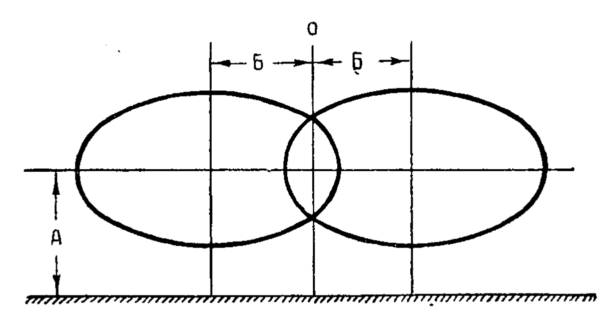


Рис. 70. Разметка экрана для регулировки фар.

При обрыве цепи, в зависимости от его местонахождения, может не гореть одна или несколько (может быть, все) ламп. При плохом контакте наблюдается мигание ламп или слабый накал их спиралей. Для выявления места обрыва удобно пользоваться контрольной лампой или вольтметром путем последовательного подключения их к зажимам цепи проверяемого участка при включенном освещении. При отсутствии вольтметра или контрольной лампы место обрыва (за исключением обрыва в самой лампе) можно обнаружить закорачиванием отрезком провода подозреваемого участка.

Некоторые неисправности имеют характерные для них признаки, по которым они и могут быть выявлены. Например, тусклый свет одной из фар с двухспираль-

Таблица 10

Марка автомобиля (трактора)	Расстояние от фар до экрана, *м*	А — высота от пола до горизонтальной линии на экране, *см*	Б — расстояние от оси симметрии до боковых линий на экране, *см*
ГАЗ-51	7,5	85	60
ГАЗ-53Ф	7,5	114	74
ЗИЛ-164	10	95	52
ЗИЛ-130	10	103	80
М-21 «Волга»	7,5	76,5	70
Трактор МТЗ-5	7,5	76	58,5

ной лампой при включенном дальнем свете указывает на отсутствие контакта (обрыв) фары с массой. В данном случае, несмотря на обрыв, ток по спиралям лампы этой фары будет идти, так как они оказываются соединенными последовательно со спиралью ближнего света лампы другой фары (рис. 71).

Или другой пример: если при включении светового сигнализатора поворота с электромагнитотепловым прерывателем тока РС57-В лампы-указатели поворота и контрольная лампа не мигают и горят тускло, то это указывает на обрыв цепи других невключенных ламп-указателей поворота или перегорание спирали одной из них. В этом случае сопротивление в цепи контрольной лампы возрастает (см. рис. 88), а сила тока в общей цепи указателей поворота уменьшается и становится недостаточной для нагрева и нужного удлинения струны прерывателя. Контакты прерывателя при этом будут находиться все время в разомкнутом состоянии.

Характерным признаком короткого замыкания в цепи освещения с термобиметаллическим предохранителем многократного действия является частое (через несколько секунд) мигание ламп тусклым светом, сопровождаемое щелчками срабатывания контактов предохраните-

ля. Место короткого замыкания цепи устанавливают путем последовательного отключения отдельных потребителей тока. При отключении прибора или цепи с коротким замыканием срабатывание термобиметаллического

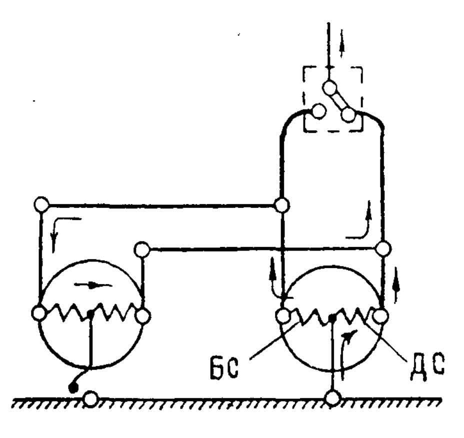


Рис. 71. Путь тока при обрыве цепи.

предохранителя прекратится. Частые перегорания спиралей ламп могут быть следствием увеличения силы тока при повышенном напряжении генератора. Слабый накал спиралей чаще всего происходит из-за повышенного сопротивления цепи в контактных соединениях.

Глава

ВОСЬМАЯ

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

§ 1. Амперметр

Амперметр предназначен для измерения силы зарядного и разрядного тока. Принцип работы амперметра основан на воздействии на стальной якорек *2* со стрелкой *1* двух магнитных полей. Одно из них создается проходящим измеряемым током, а другое — постоянным магнитом *3*. Амперметр включается в цепь последовательно (рис. 72). При прохождении тока по шинке *4* ее магнитный поток воздействует на якорек и стремится повернуть его в направлении действия магнитного потока. Чем больший ток проходит по шинке, тем на больший угол повернется якорек со стрелкой от нулевого положения.

Изменение направления тока в цепи вызовет отклонение стрелки в обратную сторону. Плюс на шкале указывает на зарядный ток, идущий от генератора.

Устройство амперметра отличается простотой и поэтому он редко выходит из строя.

Амперметр проверяют на электрическую прочность изоляции напряжением 220 *в* переменного тока и точность показаний. Точность показаний проверяют, сравнивая с показаниями эталонного амперметра класса не ниже 1,0. Отклонения при температурах $+20 \pm 5°$ не должны превышать $\pm 15\%$ от верхнего предела шкалы. Показания проверяют при прямом и обратном направлениях тока. При больших отклонениях производят ре-

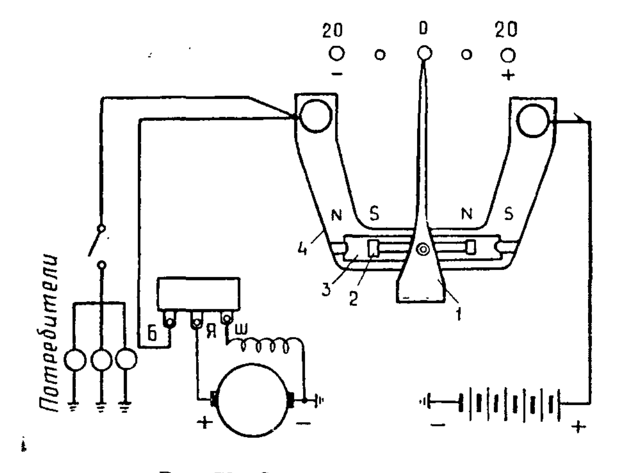


Рис. 72. Схема амперметра:
1 — стрелка; *2* — якорек; *3* — магнит; *4* — латунная шинка.

гулировку путем изменения степени намагничивания магнита амперметра. Других регулировок амперметр не имеет.

§ 2. Электротепловой импульсный термометр

Электротепловой импульсный термометр (рис. 73) состоит из датчика и указателя (приемника). Датчик ввертывается в головку блока цилиндров и при изменении температуры воды изменяет силу тока в цепи указателя. Датчик состоит из корпуса *6* с припаянным к нему латунным патроном *1*. Внутри к патрону прикреплена неподвижная пластина *2*. В нее ввернут регулировочный винт *3* с контактом. Другой контакт закреплен на биметаллической пластине *4* с обмоткой.

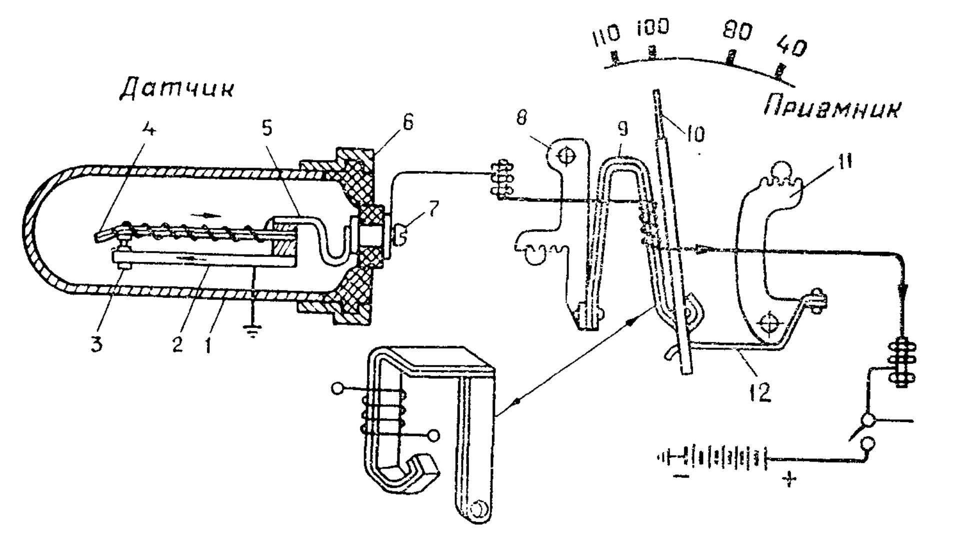


Рис. 73. Схема электротеплового импульсного указателя температуры воды:
1 — патрон; *2* — массовая пластина; *3* — регулировочный винт с контактом; *4* — биметаллическая пластина с обмоткой и контактом; *5* — контактная пластина; *6* — корпус; *7* — зажим; *8* и *11* — регулировочные секторы; *9* — биметаллическая пластина с обмоткой; *10* — стрелка; *12* — пружинящая пластина.

Обмотка выполнена из константановой проволоки диаметром 0,1 *мм*. Сопротивление ее составляет для ТМЗ 14 *ом* (для датчика ТМЗ-Б-15 *ом*). Один конец обмотки приварен к биметаллической пластине, другой — к контактной пластине *5* и соединяется с выводным зажимом *7*. Контакты датчика изготовлены из сплава серебра (75%) и кадмия (25%). Датчик и указатель соединены между собой одним проводом, другим служит масса машины.

Указатель-приемник состоит из П-образной биметаллической пластины с обмоткой из такого же провода, как у датчика. Сопротивление обмотки для УК26—40 *ом*, а для УК26-Б — 36 *ом*. Одно плечо пластины приклепывается к регулировочному сектору *8*, другое рабочее — входит в прорезь стрелки *10*. Стрелка *10* пружинящей пластиной *12* соединена также с зубчатым сектором *11*.

В выключенном положении, когда тока в цепи нет, стрелка указателя находится в крайнем левом положении за делением шкалы 110°. Во включенном положении чем больший ток будет проходить по обмотке указателя, тем на больший угол переместится стрелка в сторону более низкой температуры воды. При прохождении тока биметаллическая пластина датчика нагревается и периодически размыкает контакты. При температуре воды +40°С контакты размыкаются с частотой 125 периодов в минуту, сила тока в цепи указателя при этом будет 0,186 *а*. Для 100°С соответственно — 15 пер/мин и 0,072 *а*. Малая частота размыканий при высокой температуре воды объясняется более медленным остыванием биметаллической пластины датчика. Точность показаний этих термометров составляет ±5% для верхнего предела измеряемой величины и ±15—20% для нижнего предела.

Электротепловой импульсный термометр проверяют на точность показаний. Датчик испытывают вместе с эталонным указателем (приемником) при температуре +100°С, для этого датчик помещают в сосуд с кипящей водой. Если стрелка эталонного указателя не уста-

навливается на деление 100°С, то необходимо повернуть регулировочный винт *3* контактов датчика. При отвинчивании его стрелка указателя будет смещаться в сторону повышения температуры. Регулировку производят не реже, чем через 2 минуты после того, как сила тока достигла установившегося значения.

Указатель проверяют при двух положениях: +40° и +100°С. При силе тока 0,06 *а* (для указателя УК26) или 0,072 а (для УК-21-Б) стрелка должна устанавливаться на делении шкалы 100°С, а при силе тока 0,186 *а* — на делении 40°С. При отклонениях стрелку указателя смещают регулировочными секторами соответственно 11 и 8.

§ 3. Магнитоэлектрический термометр

Магнитоэлектрический термометр (рис. 74) также состоит из датчика и указателя, соединенных одним проводом; другим проводником является масса. В латунном корпусе *4* в бумажном патроне *2* датчика установлен термистор — полупроводниковое сопротивление *1*, омическое сопротивление которого резко изменяется с изменением температуры. Так, при температуре +40°С сопротивление его составляет 318—418 *ом*, а при температуре 110°— около 70 *ом*.

Термистор представляет собой круглый диск диаметром 10 *мм* и толщиной 2,5 *мм*, изготавливаемый из окиси меди и окиси марганца. Термистор прижимается к дну баллона корпуса пружиной *3*, чем обеспечивается надежный контакт с массой. Пружина, кроме того, служит проводником. Вывод датчика изолирован от массы изолятором *5*.

Указатель представляет собой магнитоэлектрический лагометр. Он состоит из трех катушек $К_1$, $К_2$ и $К_3$. Катушки $К_1$ и $К_2$ состоят из 850 витков каждая и намотаны так, что при прохождении через них тока магнитные поля их вычитаются (направлены в разные стороны). Катушка $К_3$ (400 витков) расположена под углом

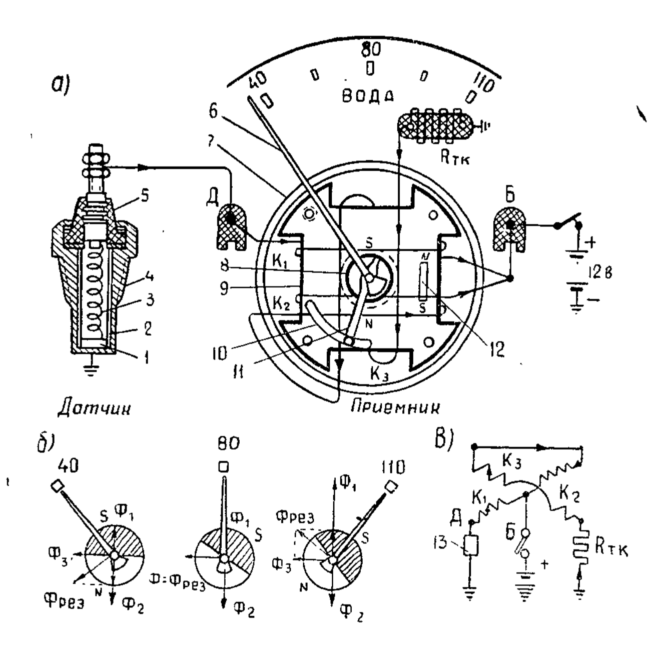


Рис. 74. Схема магнитоэлектрического указателя температуры воды:

а — общая схема; *б* — определение результирующего магнитного потока и положения стрелки при различной температуре воды; в — принципиальная схема соединения катушек приемника;

1 — термистор; *2* — бумажный патрон; *3* — пружина; *4* — корпус датчика; *5* — изолятор; *6* — стрелка; *7* — магнитный экран; *8* и *12* — постоянные магниты; *9* — колодка; *10* — прорезь; *11* — ограничитель угла поворота стрелки; *13* — датчик; K_1, K_2 и K_3 — катушки; $Ф_1$, $Ф_2$ и $Ф_3$ — магнитные потоки, создаваемые катушками.

90° к катушкам K_1 и K_2. Катушки включены в две параллельные ветви. В одну из ветвей включены катушки K_1 и термистор, в другую — катушки K_2 и K_3, соединенные между собой последовательно, и сопротивление температурной компенсации *Rшк* также включенное последовательно.

При включенном положении катушки K_2 и K_3 создают постоянный по величине магнитный поток, который, взаимодействуя с переменным по величине магнитным потоком катушки K_1, определяет положение постоянного магнита стрелки указателя. Величина магнитного потока катушки K_1 зависит от силы тока, проходящего по ней, а сила тока — от сопротивления термистора. При температуре 40° сопротивление термистора — около 400 *ом*. Сила тока в катушке K_1 и ее магнитный поток невелики, поэтому стрелка отклонится незначительно. При температуре 80°С магнитные потоки катушек K_1 и K_2 будут примерно равны между собой, тогда результирующий магнитный поток будет равен магнитному потоку катушки K_3 и стрелка установится у 80° шкалы указателя.

При дальнейшем повышении температуры стрелка будет отклоняться еще больше. В выключенном положении стрелка указателя установится постоянным магнитом левее 40°.

Датчик и указатель взаимозаменяемы. Указатель проверяют с эталонным датчиком. При неправильных показаниях устанавливают стрелку на оси в нужное положение. Датчик регулировок не имеет.

§ 4. Сигнализатор температуры воды

Сигнализатор температуры воды предупреждает о недопустимом повышении температуры воды включением сигнальной лампы на щитке приборов. Устройство его аналогично устройству датчика электротеплового импульсного термометра и отличается отсутствием обмотки на биметаллической пластине (рис. 75). При повышении

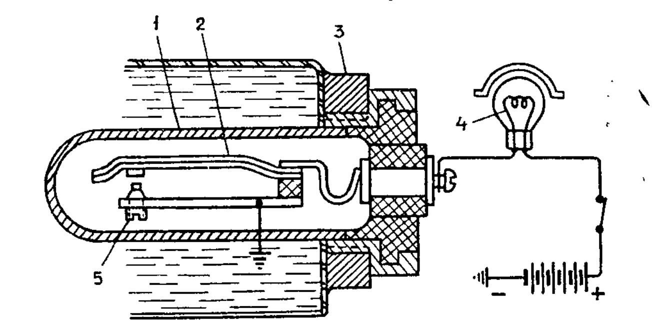


Рис. 75. Схема сигнализатора температуры воды:
1 — патрон; *2* — биметаллическая пластина; *3* — корпус; *4* — сигнальная лампа; *5* — неподвижный контакт.

температуры воды до 96±3°С в сигнализаторе ММ7 (в других конструкциях до 107±3°С) биметаллическая пластина изгибается и, замыкая контакты, включает сигнальную лампу. Регулируют сигнализатор на специальном приспособлении изменением величины зазора между контактами с помощью регулировочного винта неподвижного контакта *5*. При отвинчивании его сигнализатор будет срабатывать при более высокой температуре.

§ 5. Электротепловой импульсный манометр масла

Электротепловой импульсный манометр масла (рис. 76) предназначен для контроля давления масла в системе смазки двигателя. Манометр состоит из датчика, устанавливаемого на двигателе, и указателя, размещенного на щитке приборов. Датчик и указатель соединены одним проводом, другим проводником является масса машины. В корпусе датчика установлена латунная ди-

афрагма *2*, которая все время соприкасается с пружинящей пластиной с контактом *3*. Биметаллическая П-образная пластина *4* одним своим компенсационным плечом консольно закреплена на кронштейне *6* крышки корпуса, а другим рабочим плечом с контактом прижимается к контакту *3*. Контакты изготовлены из сплава серебра (75%) и кадмия (25%).

На рабочем плече биметаллической пластины намотана обмотка из константановой проволоки диаметром 0,1 *мм*. Сопротивление обмотки 12—17 *ом*. Кронштейн *6* изолирован от массы и через сменное сопротивление *9* соединен контактной пластиной *7* с выводным зажимом *8*. Камера *1* датчика соединена с масляной магистралью двигателя. Устройство указателя манометра аналогично устройству указателя электротеплового импульсного термометра и отличается только шкалой.

В выключенном положении, когда тока в цепи нет, стрелка указателя устанавливается левее «0» шкалы. При включенном зажигании и неработающем двигателе (давление в камере *1* равно атмосферному) в цепи прибора появятся кратковременные импульсы тока и стрелка указателя установится на «0» шкалы. Контакты при этом будут прижиматься с незначительным усилием, и для нагрева биметаллической пластины и размыкания контактов потребуется ток небольшой величины, порядка 0,052 *а*. Частота размыкания при этом будет 15—20 в мин.

При увеличении давления в камере *1* диафрагма *2* датчика прогибается и сильнее прижимает контакты, деформируя рабочее плечо биметаллической пластины. Размыкание контактов будет происходить при большем токе в цепи, и стрелка указателя отклонится на больший угол. При давлении масла 5 *кг/см*^{2} сила тока в цепи возрастет до 0,194 *а*, а частота размыкания — до 125 пер/мин.

Проверку и регулировку прибора производят на специальном приспособлении. Датчик и указатель проверяют и регулируют раздельно. Датчик регулируют на специальном приспособлении по эталонному указателю.

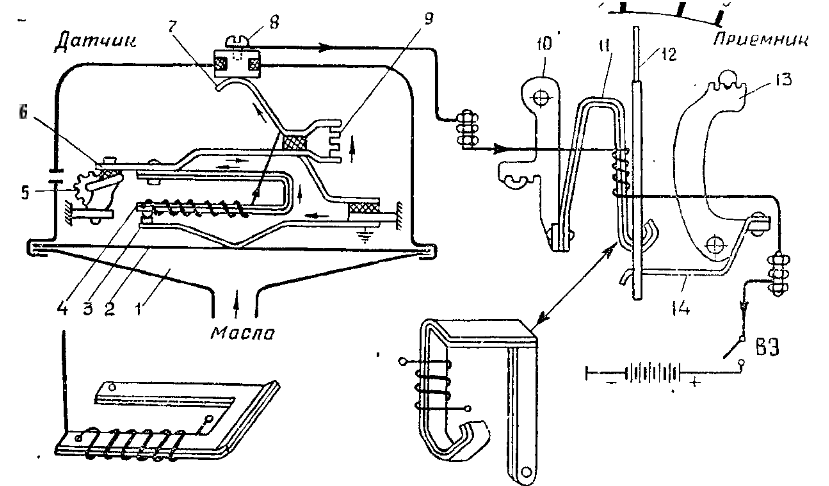


Рис. 76. Схема электротеплового импульсного указателя давления масла:

1 — камера датчика; *2* — диафрагма; *3* — пружинящая пластина с контактом; *4* — биметаллическая пластина с контактом и обмоткой; *5* — регулировочное приспособление; *6* — кронштейн подвески; *7* — контактная пластина; *8* — зажим; *9* — сменное сопротивление; *10* и *13* — регулировочные секторы; *11* — биметаллическая пластина с обмоткой; *12* — стрелка; *14* — пружинящая пластина.

Приспособление состоит из баллона, в который ввертывается штуцер датчика. Внутрь баллона подают воздух. Давление воздуха в баллоне измеряют контрольным манометром. Показания снимают при давлении, равном атмосферному (на шкале деление «0») и соответствующем наибольшему делению шкалы. При несоответствии показаний изменяют с помощью зубчатого сектора *5* усилие сжатия контактов, а следовательно, и силу тока в цепи и, кроме этого, изменяют величину сопротивления 9.

Указатель проверяют пропусканием через его обмотку тока определенной величины. При силе тока 0,052 *а* стрелка его должна устанавливаться на нуле шкалы. Регулируют сектором *13*. При силе тока 0,194 *а* стрелка указателя должна показывать давление 5 *кг/см*^{2}. Регулировку производят зубчатым сектором *10*.

§ 6. Сигнализатор давления масла

Сигнализатор давления масла (рис. 77) включает сигнальную лампу *3* на щитке приборов при понижении давления в масляной магистрали до 1,3—1,8 кг/см^2. Камера *7* сигнализатора соединена с масляной магистралью двигателя. Упругая пластина верхнего контакта соприкасается с диафрагмой *6* и через кронштейн *5* соединяется с массой. Пластина нижнего контакта через выводной зажим проводом соединена с сигнальной лампой *3* щитка приборов. При давлении масла в камере *7* выше 1,3—1,8 *кг/см*^{2} диафрагма *6*, прогибаясь, поднимает упругую пластину верхнего контакта и размыкает контакты — сигнальная лампа выключена.

Регулировку производят на специальном приспособлении подгибанием пластин нижнего контакта через отверстие в крышке корпуса. При снижении давления в баллоне приспособления до 1,3—1,8 *кг/см*^{2} в полости *7* контакты сигнализатора должны замкнуться и включить сигнальную лампу.

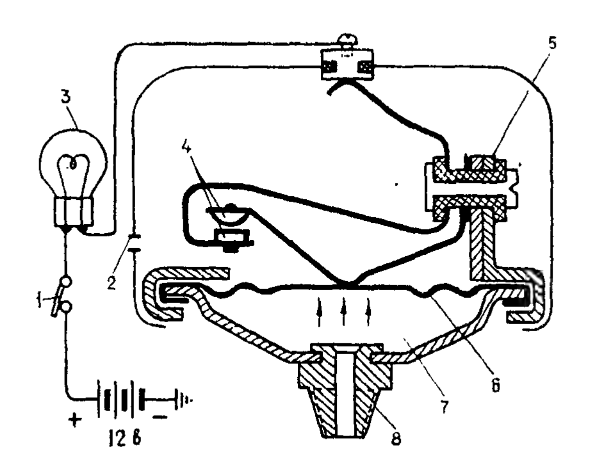


Рис. 77. Схема сигнализатора давления масла:
1 — выключатель; *2* — отверстие в крышке; *3* — сигнальная лампа; *4* — серебряные контакты; *5* — кронштейн; *6* — диафрагма; *7* — камера; *8* — штуцер.

§ 7. Электромагнитный указатель уровня топлива

Электромагнитный указатель уровня топлива (рис. 78) состоит из датчика и приемника, соединенных между собой проводом. Датчик установлен на топливном баке, а поплавок его плавает на поверхности топлива. Приемник-указатель установлен на щитке приборов.

В корпусе *17* датчика закреплена намотанная на изоляторе обмотка реостата *16*. Обмотка реостата выполнена нихромовой проволокой диаметром 0,2 *мм*. Сопротивление обмотки 60 *ом*. По обмотке реостата скользят два пружинящих ползунка *19*, тесно соединенные с втулкой *20* и осью *21* рычага поплавка *22*.

Для предотвращения искрения между ползунками и

обмоткой реостата один конец обмотки и ползунки соединены с массой. Другой конец обмотки соединяется с выводным зажимом *14*.

Приемник состоит из двух катушек с сердечниками из мягкой стали, расположенными под углом 90°. Сердечники катушек винтами *8* и *13* закреплены на основании *6*, изолированном от корпуса приемника. Обмотка левой катушки состоит из 1800 витков провода диаметром 0,15 *мм* и имеет сопротивление 42 *ом*. Обмотка правой катушки состоит из 2450 витков провода диаметром 0,12 *мм;* сопротивление ее 90 *ом*. Один конец каждой обмотки соединен с сердечником и через основание *6* и провод — с выводным зажимом датчика. Другой конец левой обмотки припаян к зажиму «Б» и включен в цепь аккумуляторной батареи. Второй конец правой обмотки соединен с массой.

Таким образом, датчик и правый электромагнит включены в цепь параллельно; при этом чем меньше сопротивление будет у датчика, тем больший ток будет через него проходить и тем меньший ток будет проходить по обмотке правого электромагнита. Магнитные потоки электромагнитов воздействуют на якорек *4* стрелки *11* с противовесом *2*. Угол отклонения стрелки определяется результирующим магнитным потоком. Так, при пустом баке, поплавок датчика опустится в нижнее положение и ползунки почти полностью выведут сопротивление реостата датчика.

Вследствие малой величины тока, проходящего через обмотку правого электромагнита, магнитный поток его будет незначительным, в то время как магнитный поток левого электромагнита достигнет наибольшей величины и стрелка указателя установится на «0» шкалы. При повышении уровня топлива в баке сопротивление датчика будет возрастать, сила тока в обмотке правого электромагнита будет также увеличиваться, а в обмотке левого электромагнита будет уменьшаться. Результирующий магнитный поток вызовет отклонение якорька и стрелки вправо, в сторону большего уровня топлива в баке.

Так как магнитные потоки электромагнитов имеют

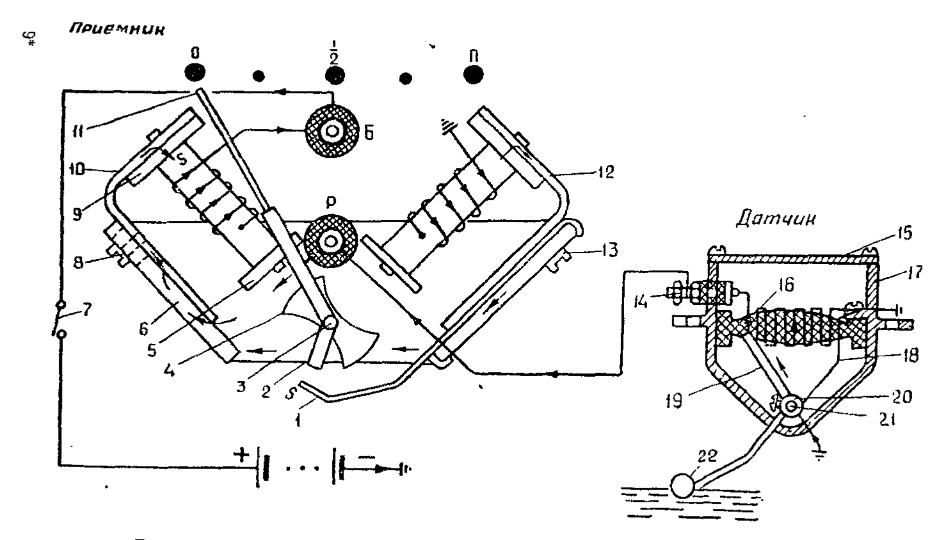


Рис. 78. Схема электромагнитного указателя уровня топлива:

1 — магнитопровод; *2* — противовес; *3* — ось стрелки; *4* — якорек; *5* и *9* — термокомпенсаторы; *6* — основание; *7* — выключатель зажигания; *8* и *13* — винты; *10* и *12* — кронштейны; *11* — стрелка; *14* — зажим; *15* — крышка; *16* — обмотка реостата; *17* — корпус; *18* — массовый провод; *19* — ползунок; *20* — втулка; *21* — ось; *22* — поплавок.

одинаковое направление, то изменения напряжения аккумуляторной батареи вызовут пропорциональные изменения магнитных потоков обоих электромагнитов и существенного влияния на точность показаний прибора не окажут. Для температурной компенсации (с повышением температуры обмоток сопротивление их увеличивается, а результирующий магнитный поток уменьшается) в магнитную цепь левого сердечника последовательно включены термокомпенсаторы *5* и *9* из сплава железа (70%) и никеля (30%).

Датчик и приемник взаимозаменяемы, поэтому проверку и регулировку их производят раздельно на специальном приспособлении.

Датчик проверяют и регулируют по эталонному указателю или путем измерения омметром сопротивления датчика при положениях рычага поплавка «0» и «П» (нуль и полно). В положении «0» сопротивление должно быть 2 *ом*, в полжении «П» — 60 *ом*. При отклонениях ползунок реостата несколько смещают в нужную сторону. Указатель (приемник) проверяют и регулируют в комплекте с эталонным датчиком также при разных положениях рычага поплавка датчика. Регулировку производят перемещением сердечника электромагнита вдоль их оси.

Датчик магнитоэлектрического указателя уровня топлива проверяют и регулируют так же, как описано выше, при этом для датчика УБ22 сопротивление его в положении рычага поплавка «0» — 0,5—1,5 *ом* и в положении «П» — 85—90 *ом*. Указатель (приемник) регулировок не имеет, кроме перестановки стрелки на своей оси.

Глава

ДЕВЯТАЯ

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

§ 1. Звуковой сигнал

По характеру звучания различают тональные и шумовые сигналы, а по устройству — рупорные и безрупорные. Все тональные сигналы рупорные, а шумовые, кроме сигнала С21 (ЗИЛ-150), безрупорные. Тональные сигналы выполняют по однопроводной схеме, шумовые — по двухпроводной.

Тональные сигналы потребляют большой ток (15—25 *а*), поэтому для включения их применяют специальные сигнальные реле включения, которые уменьшают ток контактов кнопки сигнала до 0,5 *а* и предохраняют их от обгорания и чрезмерного окисления. Тональные сигналы состоят из двух самостоятельных сигналов, настроенных каждый на определенный ток. Электрическая схема включения тональных сигналов приведена на рис. 79.

Тональный сигнал (рис. 80) состоит из корпуса, на стальном основании *4* которого закреплен сердечник *5* электромагнита. Обмотка электромагнита одним своим концом присоединена к упругой пластине *15* контакта прерывателя, а другим — к выводному зажиму *18*. Якорек *8* навертывается на шток *13* и закреплен гайкой *10*. Мембрана *3* жестко соединена со штоком *13*. Вибрационный диск *2* является резонатором и предназначен для создания необходимого тембра и чистоты звука. Упругая пластина *7* центрирует якорек относительно сердечника, а также служит для регулировки тона. Так как сила тока сигнала значительна, контакты прерывателя

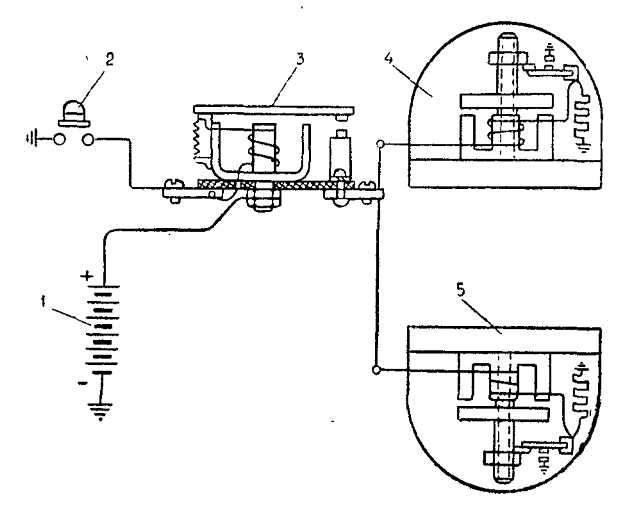


Рис. 79. Электрическая схема включения тональных сигналов:

1 — аккумуляторная батарея; *2* — кнопка; *3* — реле сигналов; *4* и *5* — сигналы.

изготовлены из вольфрама. Параллельно контактам прерывателя включен конденсатор *16* или искрогасящее сопротивление *20*. Неподвижная пластина *14* соединена с корпусом сигнала и с массой. При включении сигнала ток обмотки намагничивает сердечник электромагнита, который притягивает якорек. Мембрана при этом прогибается, а контакты прерывателя размыкаются и разрывают цепь обмотки электромагнита. При размыкании контактов ток в обмотке исчезает, сердечник размагничивается и мембрана возвращается в исходное положение, замыкая контакты прерывателя.

Шумовые сигналы по принципу действия не отлича-

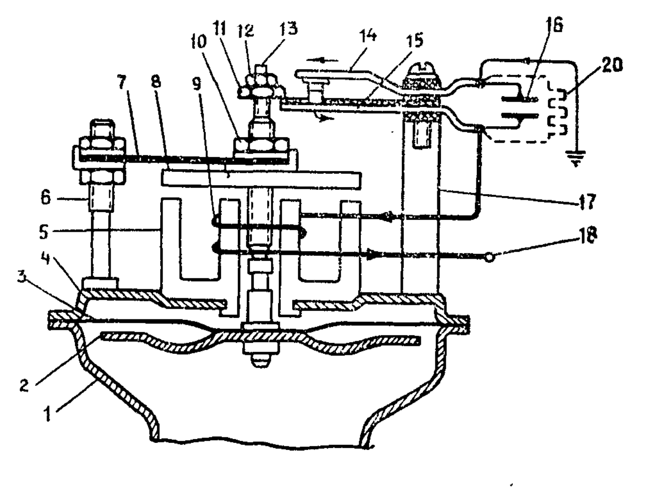


Рис. 80. Схема электрического вибрационного сигнала:
1 — рупор; *2* — вибрационный диск; *3* — мембрана; *4* — корпус; *5* — сердечник; *6* — шпилька; *7* — стальная упругая пластина; *8* — якорек; *9* — обмотка; *10* — гайка; *11* — регулировочная гайка; *12* — контргайка; *13* — шток; *14* — неподвижная пластинка; *15* — упругая пластинка; *16* — конденсатор; *17* — кронштейн; *18* — зажимы; *19* — кнопка; *20* — искрогасящее сопротивление.

ются от тональных. Безрупорный шумовой сигнал (рис. 81) состоит из чашеобразного стального корпуса *17*, на дне которого закреплен электромагнит. Подвижная часть сигнала включает мембрану *9*, якорь *4*, стержень (шток) 20 с закрепленным на нем резонатором *10*. Электрическая схема включения шумового сигнала приведена на рис. 82.

Звуковые сигналы переменного тока (рис. 82) также состоят из электромагнита *4, 5*, мембраны *1*, якорька *3* и резонатора *2*, жестко соединенного с крышкой *7* корпуса *6* сигнала. Прерывателя в сигналах переменного

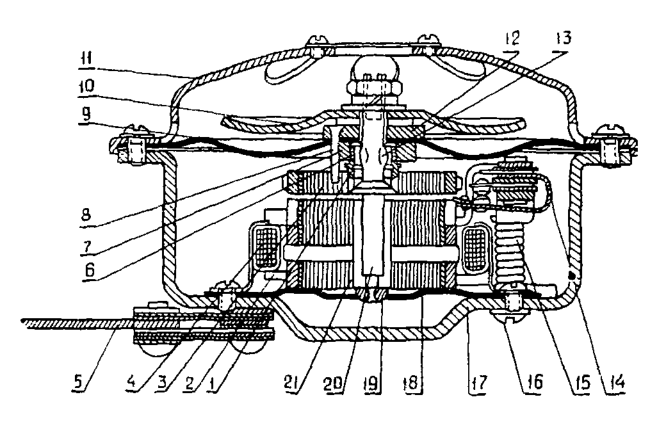


Рис. 81. *Устройство шумового сигнала:*

1 — шарнирная втулка; *2* — конденсатор; *3* — якорь электромагнита; *4* — катушка электромагнита; *5* — рессорная подвеска; *6* — втулка с резьбой; *7* — круглая гайка; *8* — палец зажимной шайбы; *9* — мембрана; *10* — резонатор; *11* — крышка; *12* — зажимная шайба; *13* — шпоночный выступ; *14* — пружина прерывателя; *15* — регулировочная пружина; *16* — регулировочный винт; *17* — корпус сигнала; *18* — центрирующая пружина; *19* — упор стержня; *20* — стержень; *21* — сердечник электромагнита.

тока нет. При включении сигнала переменный ток от генератора проходит по обмотке электромагнита, намагничивая сердечник, который в течение одного периода дважды притягивает якорек. При этом частота колебаний якорька с мембраной зависит от числа оборотов генератора. Колебания мембраны передаются через штифты *8* и *9* резонатору, который вместе с крышкой колеблется с постоянной собственной частотой.

Краткие сведения о звуковых сигналах приведены в табл. 11. Звуковые сигналы проверяют на электрическую прочность изоляции катушки электромагнита и деталей прерывателя (при наличии последнего) напряжением

380 *в* переменного тока в течение 5 сек. Пробоя не должно быть. Проверяют и регулируют силу звука и его тональность для тональных сигналов. Сила звука (громкость) зависит от потребляемого электромагнитом тока, который в свою очередь зависит от величины

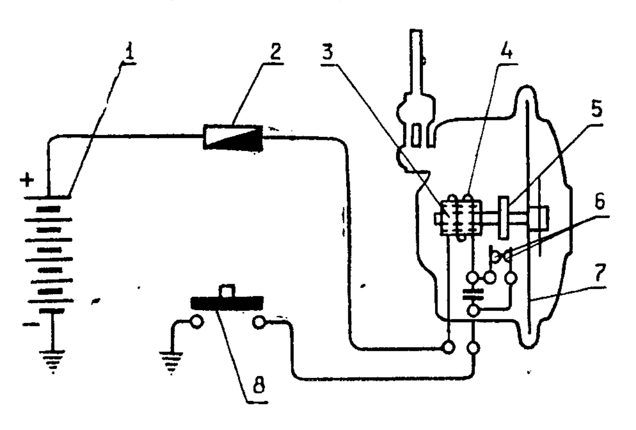


Рис. 82. Электрическая схема включения шумового сигнала:

1 — аккумуляторная батарея; *2* — предохранитель; *3* — сердечник электромагнита; *4* — катушка электромагнита; *5* — якорь; *6* — контакты прерывателя; *7* — мембрана; *8* — кнопка.

зазора между сердечником и якорем. Поэтому для увеличения громкости звучания зазор увеличивают, для уменьшения — зазор уменьшают.

В тональных сигналах величину зазора между сердечником и якорем проверяют щупом и устанавливают 0,6—0,8 *мм*. Для этого (рис. 80) предварительно ослабляют гайки пластинчатой пружины *7* (пластинчатая пружина должна быть параллельна якорю *8*) и, ослабив гайку *10*, вращением якоря по резьбе штока *13* ус-

Таблица 11

Марка сигнала	Установлен на машине	Схема включения сигнала	Ток	Номинальное напряжение, *в*	Потребляемый ток, *а* не более
С6, С7	ГАЗ-20 «Победа»	О*	Постоянный	12	15
С18	МАЗ-200, МАЗ-205, ЯАЗ-210	О	То же	12	15
С21	ЗИЛ-150, ЗИЛ-151, С-4М	Д*	»	12	5
С28, 29	ГАЗ-21 «Волга»	О	»	12	15
С44	«Москвич-402», «Москвич-407»	Д	»	12	3
С52	«Москвич-400» «Москвич-401» С-4	Д	»	6	4
С52-Г	ГАЗ-67Б	Д	»	6	6
С56-Г	ГАЗ-51, ГАЗ(УАЗ)-63, ГАЗ(УАЗ)-69, ЗИЛ-164, МТЗ-5М, МТЗ-7М, МТЗ-50, ДТ-14, ДТ-20, ДТ-24М, ДТ-54М (Т-75), ДТ-75, Т-18, Т-28, Т-30, ТДТ-40, ТДТ-60, С-100М, СК-3, СК-4, СШ-45, ДВСШ-16	Д		12	5
С200	МТЗ-5, МТ37Л, МТЗ-50, КДП-35, Т-38	Д	Переменный	12	2

0* — однопроводная, Д* — двухпроводная.

танавливают нужный зазор. Громкость звучания этих сигналов также зависит от силы прижатия контактов прерывателя, поэтому при вращении регулировочной гайки *11* против часовой стрелки громкость звучания будет возрастать. Для регулировки тона звука изменяют

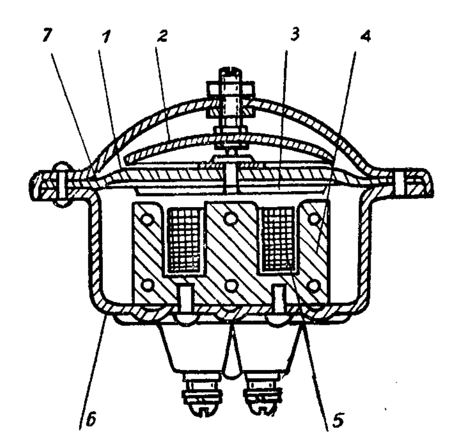


Рис. 83. Устройство сигнала переменного тока:

1 - мембрана; *2* — резонатор; *3* — якорь; *4* — сердечник электромагнита; *5* — катушка электромагнита; *6* — корпус сигнала; *7* — крышка.

упругость пружины *7*. При перемещении пружины на шпильке *6* в сторону сердечника тон звука повышается (частота колебаний возрастает).

В шумовых (безрупорных) сигналах (рис. 81) качество звучания (чистоту, громкость) регулируют на слух изменением зазора между якорем *3* и сердечником *21* электромагнита вращением стержня резонатора *20*, а

также изменением положения пружины подвижного контакта прерывателя *14* относительно сердечника вращением регулировочного винта прерывателя (на рис. 81 не обозначен).

Шумовые сигналы переменного тока (рис. 83) проверяют совместно с генератором, а регулируют, изменяя зазор между штифтами мембраны и резонатора.

§ 2. Электрический стеклоочиститель

Электрический стеклоочиститель (рис. 84) состоит из электродвигателя *1*, переключателя *4*, привода щеток и двух щеток. Переключатель имеет три положения: нормальная (малая) скорость, повышенная скорость и стоп. Для изменения скорости вращения якоря электродвигателя в цепь обмоток возбуждения включено добавочное сопротивление *15*, которое при нормальной скорости закорачивается переключателем. Вращение от якоря через червячный редуктор *5* передается кривошипу *6*, который преобразует вращательное движение шестерни *18* редуктора в качание щеток относительно их опор.

Чтобы при выключении стеклоочистителя щетки не останавливались в поле зрения водителя, параллельно основному выключателю установлен концевой выключатель, который размыкает цепь электродвигателя только при определенном (нижнем) положении щеток. Концевой выключатель размыкает цепь при каждом обороте шестерни *18*. При этом выступ *16* набегает на толкатель *20*, который размыкает контакты *2* концевого выключателя. Но цепь электродвигателя при этом замкнута основным переключателем, поэтому стеклоочиститель будет работать до тех пор, пока не будет переведен основной переключатель в положение «стоп» и не сработает концевой выключатель.

В электрическом стеклоочистителе проверяют силу тока, потребляемого электродвигателем. На холостом ходу сила тока должна быть не более 2 *а*, под нагрузкой — не более 4 *а*. Скорость вращения якоря на холо-

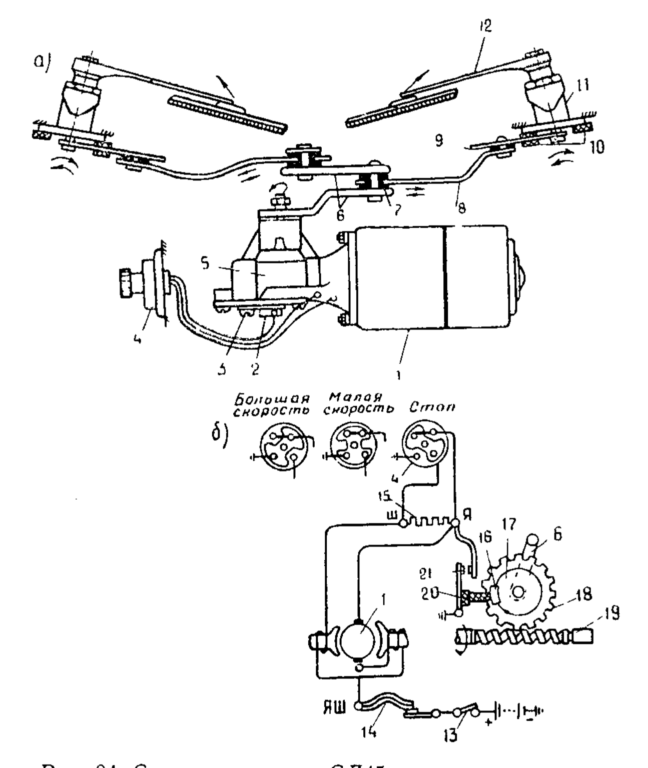


Рис. 84. Стеклоочиститель СЛ45: *а* — привод щеток; *б* — электрическая схема;

1 — электродвигатель; *2* — диск с концевым выключателем: *3* — стопорный винт; *4* — переключатель; *5* — редуктор; *6* — кривошип; *7* — резиновые шайбы; *8* — рычаг кривошипа; *9* — рычаг валика привода щетки; *10* — резиновые упоры; *11* — корпус валика привода щетки; *12* — рычаг с резиновой щеткой; *13* — выключатель зажигания; *14* — термобиметаллический предохраиитель, *15*— добавочное сопротивление; *16*— выступ на торце шайбы; *17* — шайба; *18* — шестерня; *19* — червяк; *20* — толкатель; *21* — контакты концевого выключателя.

стом ходу должна быть не менее 1500 об/мин. Щетки должны совершать на большой скорости 44—48, а на малой 25—28 двойных ходов в минуту.

Регулировка стеклоочистителя заключается в такой установке момента размыкания контактов *21*, при которой после выключения стеклоочистителя щетки останавливались бы в крайнем положении. Для этого винтом *3* смещают вокруг оси диск *2* с укрепленным на нем концевым выключателем до нужного положения.

Характерные неисправности стеклоочистителя. Работа стеклоочистителя только на малой скорости указывает на обрыв (отсутствие контактов) добавочного сопротивления *15*. Работа стеклоочистителя только на большой скорости в обоих положениях переключателя указывает на обрыв или отсутствие контакта в местах присоединения одного из проводов, идущих от переключателя. При заедании толкателя концевого выключателя щетки стеклоочистителя при его выключении не будут останавливаться в крайнем положении.

Глава
ДЕСЯТАЯ

КОММУТАЦИОННАЯ АРМАТУРА

В систему электрооборудования входит большое количество включателей и переключателей различного назначения.

§ 1. Главный переключатель света

Главный переключатель света предназначен для управления основным освещением. Переключатель света П44-Б (автомобиль ЗИЛ-130 и др.) ползункового типа имеет 6 клемм и три положения кнопки управления (рис. 85). Назначение клемм следующее: *1* — соединяется с источником тока (через биметаллический предохранитель *7* и амперметр с плюсовой клеммой аккумуляторной батареи); *2* — с лампами передних габаритных фонарей; *3* — с лампами задних габаритных фонарей и лампой освещения номерного знака; *4* — с ножным переключателем света; *5* — с включателем стоп-сигнала и штепсельной розеткой переносной лампы; *6* — с лампами освещения щитка приборов. Лампы освещения включены через реостат *8*, которым изменяют яркость освещения приборов щитка. К переключателю прикреплен термобиметаллический предохранитель на 20 *а*, включенный в цепь ламп освещения.

Ножной переключатель света служит для переключения спиралей накаливания ламп главных фар с дальнего света на ближний и наоборот. Переключатель имеет

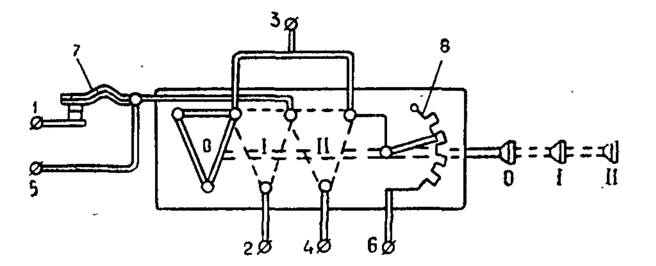


Рис. 85. Схема главного переключателя света П44.

два рабочих положения. Клеммы ножного переключателя маркируют: *ДС* — дальний свет, *БС* — ближний свет и *Б* — батарея.

§ 2. Включатель стоп-сигнала

Включатель стоп-сигнала включает световой сигнализатор при торможении. Устройство включателей стоп-сигнала с гидравлическим и пневматическим приводом показано на рис. 86. На тракторах применяют включатели стоп-сигнала с механическим приводом от педали тормоза. При нажатии на педаль тормоза рычаг *1* (рис. 87) поворачивает держатель *9* изолятора *8* с подвижным контактом *17*, который и замыкает контакты выводных клемм *5* и *6*. Одна из клемм соединена с аккумуляторной батареей, другая с сигнальными лампами. Выключается включатель пружиной тормозной педали.

§ 3. Световые сигнализаторы поворота

Световые сигнализаторы поворота служат для получения прерывистого (мигающего) светового сигнала в правых и левых габаритных фонарях и в задних фона-

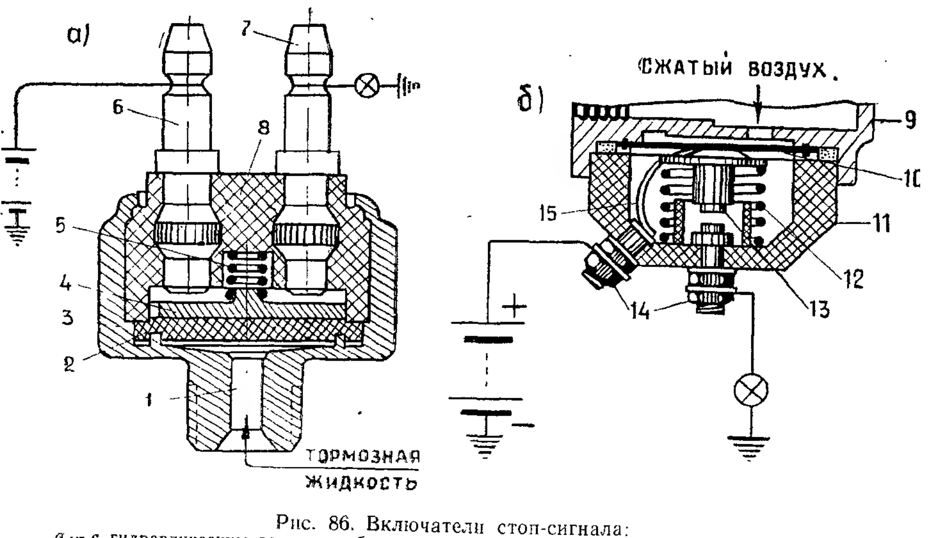


Рис. 86. Включатели стоп-сигнала:

а — с гидравлическим приводом; *б* — с пневматическим приводом; *1* — канал; *2* — диафрагма; *3* — корпус; *4* — контактная пластина; *5* — пружина; *6* и *7* — зажимы; *8* — основание; *9* — корпус; *10* — диафрагма; *11* — крышка; *12* — пружина; *13* — серебряные контакты; *14* — зажимы; *15* — латунная пластина.

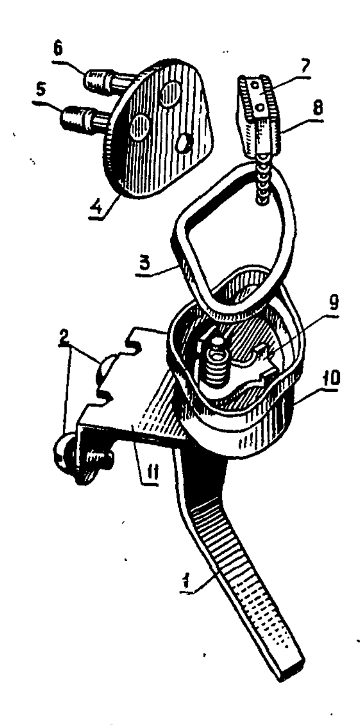


Рис. 87. Устройство включателя стоп-сигнала с механическим приводом:

1 — рычаг привода; *2* — винты; *3* — уплотнительная прокладка; *4* — карболитовая крышка; *5* и *6* — выводные клеммы; *7* — подвижный контакт; *8* — изолятор; *9* — держатель изолятора; *10* — корпус включателя; *11* — кронштейн.

рях при поворотах. Сигнализаторы поворота подразделяются на термобиметаллические (РС55) и электромагнитотепловые (РС57, РС57-В и РС401). Схема светового сигнализатора поворота с электромагнитотепловым прерывателем тока приведена на рис. 88.

На круглой изоляционной пластине закреплен кронштейн *11*, к которому жестко крепится сердечник *9* электромагнита. Обмотка электромагнита включена последовательно с сигнальными лампами *13*. Один конец обмотки через дополнительное сопротивление *14*, струну *3*, пластину *4* и кронштейн *11* соединен с зажимом *Б* и с батареей. При замкнутых контактах *5* обмотка соединяется с зажимом *Б*, минуя дополнительное сопротивление и струну. Другой конец обмотки присоединен к зажиму *СЛ* и к трехпозици-

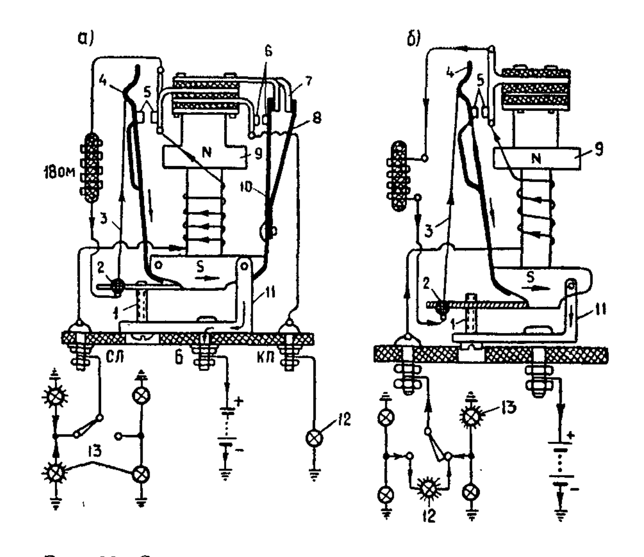


Рис. 88. Схема светового сигнализатора поворота с электромагнитотепловым прерывателем тока: а — РС57; б — РС57—В;

1 — регулировочный винт; *2* — стеклянная бусинка; *3* — струна; *4* и *10* — стальные якорьки; *5* и *6* — серебряные контакты; *7* — регулировочная плаика; *8* — бронзовая пластина; *9* — сердечник; *11* — кронштейн; *12* — контрольная лампа; *13* — сигнальные лампы; СЛ, Б, КЛ — зажимы на корпусе сигнализатора.

онному переключателю *15* сигнальных ламп. Во включенном положении сигнализатора по обмотке электромагнита проходит ток.

В начальный момент, когда контакты *5* разомкнуты, ток проходит от аккумуляторной батареи в обмотку электромагнита, через струну *3* и дополнительное сопротивление *14*. Через 1—1,5 сек. струна *3*, нагреваясь, удлиняется, пластина *4* притягивается к сердечнику и замы-

кает контакты *5*. Теперь уже ток от аккумуляторной батареи в обмотку идет, минуя струну и дополнительное сопротивление. Величина его возрастает, и сигнальные лампы горят полным накалом. Затем струна, охлаждаясь (так как по ней ток не идет), укорачивается и размыкает контакты *5*. Ток пойдет в обмотку через струну и дополнительное сопротивление, величина его уменьшится и накал ламп будет слабый. Частота миганий ламп 60—120 в мин.

Мигание контрольной лампы *12* в РС57 обеспечивается прерывателем *6*. Нормальная работа прерывателя РС57 рассчитана на одновременное включение двух сигнальных ламп по 21 *св*, а РС57-В — двух сигнальных ламп по 32 *св* и одной контрольной лампы в 1 *св*. При перегорании одной из ламп ток в струне понижается настолько, что контакты реле не замыкаются и по накалу контрольной лампы водитель узнает о неисправности сигнализатора.

Прерыватели РС401 рассчитаны на 24-вольтовое электрооборудование. От РС57 они отличаются сечением и количеством витков обмотки, увеличением дополнительного сопротивления до 38 *ом* и для уменьшения окисления контактов параллельно им подключен конденсатор емкостью 0,1 *мкф*.

На некоторых автомобилях (ЗИЛ-130, ГАЗ-53Ф) и тракторах (МТЗ) применяют переключатели указателей поворота, позволяющие использовать лампы сигнала торможения для указания поворота. Схема включения переключателя П105 (ЗИЛ-130, ГАЗ-53Ф) приведена на рис. 89. В нейтральном положении рычага переключателя треугольник *а* замыкает контакты *3* и *5*, а треугольник *б* — контакты *3* и *4*. В этом случае при торможении включатель стоп-сигнала включает задние фонари. При правом повороте треугольник *б* замыкает контакты *4*, *6* и *1* и прерыватель сигнализации дает мигающий свет в передней и зданей лампах правой стороны. В случае торможения при этом положении переключателя левая задняя лампа светит без мигания.

При левом повороте треугольник *а* замыкает контак-

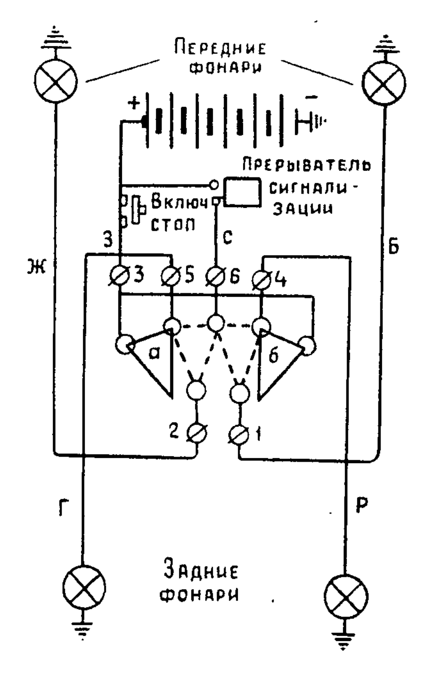


Рис. 89. Схема включения переключателя П105.

ты *5, 6* и *2,* а треугольник *б* остается на контактах *3* и *4*. В этом случае мигающий свет будет в фонарях левой стороны. Переключатели этого типа имеют устройство для автоматического вывода рычага в нейтральное положение при завершении поворота и перевода управляемых колес на прямолинейное движение.

§ 4. Реле включения звуковых сигналов

Реле служит для уменьшения силы тока, проходящего через контакты кнопки включения сигналов, потребляющих большой ток. При наличии реле через контакты кнопки будет проходить ток, не превышающий 0,5 *а* Работает реле следующим образом (рис. 90). При нажа-

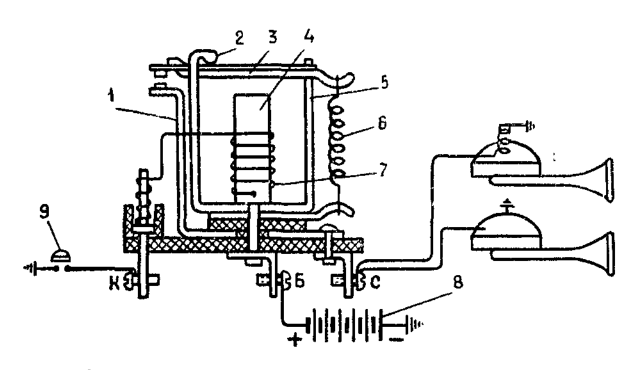


Рис. 90. Устройство и схема включения реле сигналов:
1 — стойка с неподвижным контактом; *2* — ограничитель; *3* — якорь с подвижным контактом; *4* — сердечник; *5* — ярмо; *6* — пружина; *7* — обмотка; *8* — аккумуляторная батарея; *9* — кнопка включателя.

тии кнопки *9* включается цепь обмотки реле сигналов и через обмотку *7* пойдет ток от аккумуляторной батареи; сердечник *4* электромагнита намагничивается и, притягивая якорь *3*, замкнет контакты в цепи сигналов. Ток от аккумуляторной батареи пойдет через клемму *Б* на ярмо *5*, которое электрически соединено с якорем. Затем через замкнутые контакты ток пойдет на стойку *1* и выводную клемму *С*, к которой присоединены сигналы. Пройдя через обмотки сигналов, ток по массе возвратится к минусовой клемме аккумуляторной батареи. Вык-

лючением кнопки *9* разрывается цепь электромагнита, контакты под действием пружины *6* разомкнутся и ток к сигналам не пойдет.

§ 5. Световые и звуковые сигнализаторы комбайнов

Они предназначены для контроля работы отдельных агрегатов комбайна.

Включатель сигнализатора заполнения бункера установлен в верхней части бункера. Устройство его показано на рис. 91. Работает включатель следующим образом: при заполнении бункера зерном зерно своим весом давит на мембрану *4*, которая, прогибаясь, прижимает контактную шайбу *5* к металлическому основанию *1*, соединенному с массой, и замыкает электрическую цепь сигнализатора. Так как контактная шайба *5* соединена с аккумуляторной батареей через сигнальную лампу *7* и через обмотку реле включения звукового сигнала, то при этом одновременно с включением сигнальной лампы *7* (с зеленым рассеивателем) включается и звуковой сигнал (схема включения его на рис. 91 не показана).

Для включения светового и звукового сигнализаторов соломотряса, а также светового сигнализатора защелки копнителя применяют включатели ВК-2А. Устройство включателя ВК-2А показано на рис. 92. В корпусе *6* закреплена изоляционная крышка *4* с клеммами *1* и *3*. Одна клемма соединена с массой, другая — с сигнальной лампой и с реле сигнала. К клеммам *1* и *3* прикреплены пружинные контакты *7*, которые входят во внутрь подвижного изолятора *8* контактного кольца *10*. Подвижный изолятор отводится от крышки пружиной *5* и в свободном состоянии клеммы *1* и *3* электрически соединяются через пружинные контакты *7* и контактное кольцо *10*. При перемещении подвижного изолятора влево выступы пружинных контактов, отходя от контактного кольца и клеммы *1* и *3*, будут разомкнуты.

Привод выключателя сигнализатора соломотряса осуществляется от специально установленного на крыше

молотилки двуплечего рычага-клапана. При «забивании» соломотряса ворох поднимает клапан, при этом рычаг клапана поворачивается на своей оси и освобождает подвижный изолятор, который пружиной *5* перемещается вправо и замыкает клеммы *1* и *3*.

Коммутационная арматура должна обеспечивать надежные включения и переключения потребителей тока.

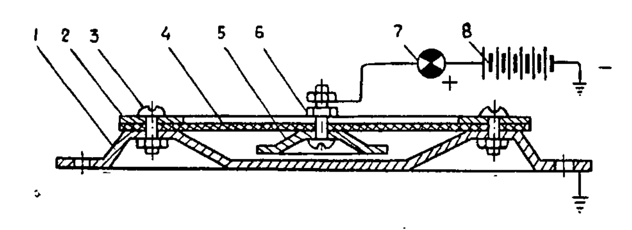


Рис. 91. Включатель сигнализатора заполнения бункера комбайна зерном:

1 — корпус; *2* — шайба; *3* — винт; *4* — мембрана резиновая; *5* — шайба контактная; *6* — болт контактный; *7* — лампочка сигнальная; *8* — батарея.

ка. Включатели и переключатели проверяют на электрическую прочность изоляции напряжением 220 *в* переменного тока. Состояние контактов оценивают по величине сопротивления их электрическому току или падению напряжения на контактах при прохождении через них определенной величины тока. Например, для переключателей П46-А при токе 35 *а* и для П57 при токе 15 *а* падение напряжения не должно превышать 0,2 *в*. Для включателей массы ВК318 (трактор К-700) при токе 50 *а* падение напряжения не должно превышать 0,03 *в* и т. д.

Проверку приборов на обрыв цепи или короткое замыкание производят обычными способами.

Особенности регулировок. В электромагнитном пре-

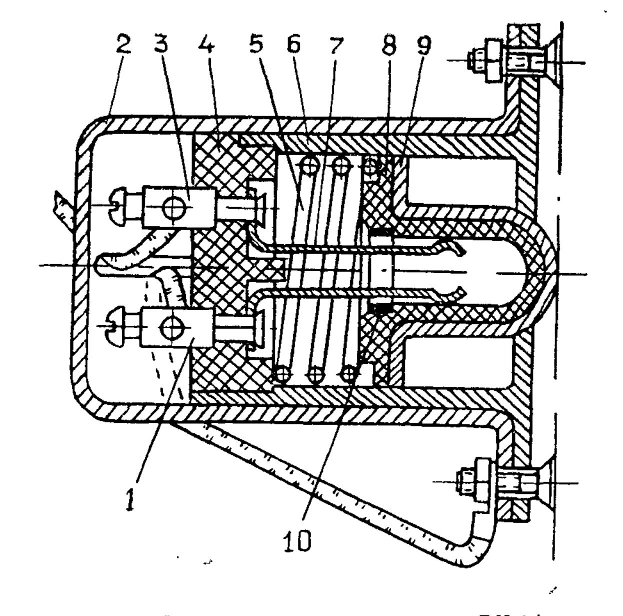


Рис. 92. Включатель сигнализаторов ВК-2А:

1 — клемма провода, соединенного с массой; *2* — колпак включателя; *3* — выводная клемма; *4* — крышка; *5* — пружина; *6* — корпус; *7* — пружинные контакты; *8* — подвижный изолятор кольца; *9* — корпус подвижного изолятора; *10* — кольцо.

рывателе тока светового сигнализатора поворота (рис. 88) регулируют частоту мигания ламп в пределах 60—120 размыканий в минуту. Для увеличения частоты миганий ламп винт 1 завинчивают, для уменьшения — вывинчивают. В прерывателях РС57 кроме того регулируют натяжение пружинящей пластины *8* подгибанием

Таблица 12

Марка	Наименование	Назначение	Сечение в $мм^2$
	Провода высокого напряжения		
ПВЛ-1	Провод в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, лакированный, повышенной теплостойкости	Форсированные автомобильные и тракторные двигатели	19 проволок диаметром 0,28 или 0,30 мм
ПВЛ-2	То же	Двигатели автомобилей в тяжелых условиях эксплуатации	То же
ПВЛ-3	»	То же, при нормальных условиях эксплуатации	»
ПВЛЭ-1 ПВЛЭ-2 ПВЛЭ-3	Провода высокого напряжения в экранирующей оплетке	Специальные машины	»
	Провода низкого напряжения		
АОЛ	Автомобильный, в оплетке из хлопчатобу-	Для соединения приборов зажигания,	1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0

	мажной пряжи, с резиновой изоляцией, лакированный	освещения и сигнализации	
АОЛБ	То же, бронированный	То же, если требуется защита от механических повреждений	1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0
АСО	Автомобильный, стартерный, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, с резиновой изоляцией, пропитанный	Для соединения пускового устройства двигателя	16,0; 25,0; 35,0; 43,0; 70,0
АСОБ	То же, бронированный	То же, если требуется защита провода от механических повреждений	16,0; 25,0; 35,0; 43,0; 70,0
АСОЛ	Автомобильный, стартерный, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, с резиновой изоляцией, лакированный	То же, что и АСО, если требуется большая маслобензостойкость провода	16,0; 25,0; 35,0; 43,0
АМГ	Автомобильный, голый, плетеный	Для присоединения аккумуляторных батарей к массе	16,0; 25,0

Продолжение таблицы 12

Марка	Наименование	Назначение	Сечение в $мм^2$
АРФ	Автомобильный, фонарный, с резиновой изоляцией, без оплетки	Для внутренних соединений в фарах	1,0; 1,5
АДОЛ	Автомобильный, двухжильный, с резиновой изоляцией, с параллельно уложенными жилами, в общей лакированной оплетке	Для присодинения переносных ламп	2×1,5
ПГВА	Автомобильный, с полихлорвиниловой изоляцией, без хлопчатобумажной оплетки	Для присоединения приборов зажигания, освещения, сигнализации и пуска	0,5; 0,75 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 6,0; 10,0 16,0; 25,0 35,0; 43,0

латунной планки *7*. От этого зависит нормальная работа контрольной лампы сигнализатора поворота.

В реле включения звукового сигнала (рис. 90) регулируют зазор в контактах прерывателя и между якорем и сердечником электромагнита, а также напряжение включения реле. Нормальный зазор в контактах прерывателя 0,4—0,7 *мм* устанавливают подгибанием стойки неподвижного контакта *1*. Зазор между якорем и сердечником электромагнита проверяют при замкнутых контактах прерывателя и устанавливают ограничителем *2*. Зазор должен быть 1—1,2 *мм*. Напряжение включения должно быть не менее 5 *в*, его регулируют, изменяя натяжение пружины *6* подгибанием кронштейна ее крепления.

§ 6. Провода

Провода по электрической прочности изоляции разделяются на высокого и низкого напряжения. Для прочности и гибкости провода делают из нескольких тонких проволок, скручивая их в одну жилу нужного сечения. Выбор сечения жилы определяется величиной тока нагрузки. Поэтому каждая марка провода имеет несколько сечений. Изоляция проводов, как правило, имеет несколько слоев и может состоять из хлопчатобумажной пряжи, вулканизированной резины, лакированной хлопчатобумажной оплетки и т. д. Провода, сверху покрытые плоским проводом для защиты изоляции, называются бронированными. Провода в металлической оплетке — экранированные.

Марки проводов и их назначение приведены в таблице 12.

ОГЛАЗЛЕНИЕ

Борис Иванович Казаченко

Виктор Лукьянович Строков

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ, ТРАКТОРОВ И КОМБАЙНОВ

Редактор **Н. И. Девочкин.** Художник **В. А. Гусев.** Худож. редактор **Ю. К. Батыршин.** Техн. редактор **С. И. Ижболдина.** Корректор **Н. Б. Ворович.**

НМ 02244. Сдано в набор 8/VII 1968 г. Подписано к печати 20/IX 1968 г. Бумага тип. № 2. Формат 60×84 1/64. Печ. л. физ. 4,31. Печ. л. усл. 7,24. Уч.-изд. л. 11,35. Авт. л. 9,53. Тираж 10 000. Заказ 191. Цена 55 коп. Темплан 1968 г. № 23.

Нижне-Волжское книжное издательство, Волгоград, КИМ, 6. Типография издательства газеты «Волгоградская правда». Волгоград, Привокзальная площадь.

ЦЕНА 55 КОП.